

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS FÍSICAS Y FORMALES

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA -
ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA**



TOMO - I

**“DISEÑO DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS CON
COMBUSTIBLE DUAL EN EL HOSPITAL CENTRAL DEL DISTRITO DE
MAJES”**

Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico-Electricista, que presenta el bachiller:

Fredy Huamani Aquima

AREQUIPA – PERU

AÑO: 2016

PRESENTACIÓN

SEÑOR DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS FÍSICAS Y FORMALES.

SEÑOR DIRECTOR DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA - ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA.

SEÑORES MIEMBROS DEL JURADO

De conformidad con las disposiciones de reglamento de grados y títulos del programa profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica - Eléctrica y Mecatrónica, presento a vuestra consideración, para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico - Electricista, el trabajo de tesis titulado:

“DISEÑO DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS CON COMBUSTIBLE DUAL EN EL HOSPITAL CENTRAL DEL DISTRITO DE MAJES”

El siguiente trabajo de tesis proyecta ser un ejemplo de diseño de ingeniería térmica específicamente para hospitales en sus diferentes categorías siguiendo las normas técnicas peruanas e internacionales para proyectos de arquitectura hospitalaria.

La tesis comprende seis capítulos donde en cada uno se desarrolla la forma de diseño de las instalaciones térmicas del hospital de manera conceptual y práctica.

El siguiente trabajo describe en el primer capítulo los antecedentes, justificación ubicación y objetivos del proyecto.

El segundo capítulo hace mención de los fundamentos técnicos conceptos que corresponde a la generación, distribución y usos del vapor como una fuente energética utilizable en diferentes procesos dentro de hospitales.

En el tercer capítulo se realiza la evaluación de la demanda de cada uno de los seis servicios del hospital y los equipos que se encuentran en cada servicio y la proyección futura para la mejora de los servicios que brinda el hospital.

El cuarto capítulo se desarrolla la ingeniería del proyecto donde se hacen los cálculos justificativos la selección, y diseño de la nueva red de vapor y retorno de condensado del hospital.

El quinto capítulo se realiza la programación obra plazo de ejecución de las instalaciones térmicas del hospital indicando todos los tiempos por cada tarea.

En el sexto capítulo el presupuesto de obra costo aproximado por el desarrollo del proyecto en materiales y mano de obra calificada.

El diseño térmico aplicado para hospitales nos permite conocer de manera profundidad y a detalle el funcionamiento de las instalaciones térmicas de una institución y todas aquellas normas que se debe de seguir para poder tener un diseño óptimo con estándares de calidad.

Bachiller en Ingeniería Mecánica – Eléctrica – FREDY HUAMANI AQUIMA



FREDY HUAMANI AQUIMA

DEDICATORIA

En primer lugar, doy infinitamente gracias a Dios, por haberme dado fuerza y valor para culminar esta etapa de mi vida.

Agradezco también la confianza y el apoyo brindado por parte de mi madre, que sin duda alguna en el trayecto de mi vida me ha demostrado su amor, corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos.

A mi hermano, que con sus consejos me ha ayudado a afrontar los retos que se me han presentado a lo largo de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Carlos Gordillo, asesor de tesis, por su valiosa guía y asesoramiento a la realización de la misma.

Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|-------------------------------|-----|
| PRESENTACION..... | III |
| ÍNDICE GENERAL | III |
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES | IX |
| ÍNDICE DE TABLAS | X |
| RESUMEN | XI |

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|----------|
| CAPÍTULO I. INTRODUCCION..... | 1 |
| 1.1 ANTECEDENTES | 1 |
| 1.2 JUSTIFICACION | 1 |
| 1.2.1 Justificación Social..... | 1 |
| 1.2.2 Justificación Tecnológica | 2 |
| 1.2.3 Justificación Ecológica..... | 2 |
| 1.3 UBICACIÓN | 2 |
| 1.3.1 Ubicación Geográfica..... | 2 |
| 1.3.2 Ubicación y vías de acceso a proyecto..... | 3 |
| 1.3.3 Características Geográficas | 3 |
| 1.4 OBJETIVOS | 4 |
| 1.4.1 Objetivo General | 4 |
| 1.4.2 Objetivos Específicos | 4 |
| CAPÍTULO II. FUNDAMENTO TECNICO | 5 |
| 2.1 FUNDAMENTOS DEL USO DE VAPOR..... | 5 |
| 2.1.1 Concepto de vapor agua | 5 |
| 2.1.2 Cómo funciona el vapor de agua..... | 5 |
| 2.1.3 Uso de vapor de agua. | 5 |

| | |
|--|----|
| 2.1.4 Características del vapor de agua | 5 |
| 2.1.5 Vapor húmedo vs. vapor seco | 6 |
| 2.2 GENERADORES DE VAPOR..... | 6 |
| 2.2.1 Teoría básica de generador de vapor | 6 |
| 2.2.2 Clasificación de generadores de vapor | 7 |
| 2.2.3 Partes principales que componen una caldera | 8 |
| 2.3 SISTEMAS AUXILIARES DE SUMINISTRO | 9 |
| 2.3.1 SISTEMA SUMNISTRO DE COMBUSTIBLE | 9 |
| 2.3.2 Sistema suministro de agua | 14 |
| 2.4 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR..... | 19 |
| 2.4.1 Presión de trabajo | 20 |
| 2.4.2 Dimensionamiento de tuberías | 21 |
| 2.4.3 Derivaciones..... | 22 |
| 2.4.4 Separadores de gotas | 24 |
| 2.4.5 Golpe de ariete..... | 25 |
| 2.4.6 Filtros..... | 26 |
| 2.4.7 Purgadores | 26 |
| 2.4.8 Eliminación de aire..... | 29 |
| 2.4.9 Componentes principales de sistemas de distribución del vapor..... | 30 |
| 2.5 SISTEMA DE RETORNO DE CONDENSADO | 31 |
| 2.5.1 Razones por las cuales se debe de recuperar el condensado | 32 |
| 2.5.2 Tuberías de retorno de condensado | 33 |
| 2.6 SOPORTES PARA TUBERIAS Y DILATAACION..... | 34 |
| 2.6.1 Dilatación | 35 |
| 2.6.2 Flexibilidad de la tubería..... | 35 |
| 2.6.3 Guías para tuberías | 36 |
| 2.7 SISTEMA DE AISLAMIENTO Y PERDIDAS ENERGETICAS EN LA REDES DE VAPOR..... | 37 |

| | |
|--|-----------|
| 2.7.1 Transmisión de calor | 37 |
| 2.7.2 Perdidas Térmicas | 38 |
| 2.7.3 Cálculo del espesor de aislamiento óptimo más rentable | 38 |
| 2.7.4 Ilustraciones de Aislamiento | 40 |
| 2.8 SERVICIOS QUE NECESITAN SUMINISTRO DE VAPOR | 41 |
| 2.8.1 Servicio de cocina hospitalaria centralizada..... | 41 |
| 2.8.2 Servicio de central de esterilización | 43 |
| 2.8.3 Servicio de humidificación y control de humedad hospitalario | 45 |
| 2.8.4 Servicio de desechos hospitalarios | 47 |
| 2.8.5 Servicio de lavandería hospitalaria centralizada | 49 |
| 2.8.6 Servicio de agua caliente sanitaria..... | 52 |
| CAPÍTULO III . EVALUACION DE LA DEMANDA..... | 55 |
| 3.1 INTRODUCCION | 55 |
| 3.2 CÁLCULO DE EQUIPOS EN INSTALACIONES TERMICAS | 56 |
| 3.2.1 Cálculo del servicio de cocina hospitalaria centralizada | 56 |
| 3.2.2 Cálculo servicio central de esterilización | 57 |
| 3.2.3 Cálculo servicio humidificación y control de humedad hospitalario | 58 |
| 3.2.4 Cálculo servicio de desechos hospitalarios | 59 |
| 3.2.5 Cálculo servicio de lavandería hospitalaria centralizada..... | 60 |
| 3.2.6 Cálculo sistema de agua caliente sanitaria ACS..... | 64 |
| 3.3 REQUERIMIENTO DE VAPOR PARA EL HOSPITAL DE MAJES. | 66 |
| 3.3.1 Requerimiento de vapor servicio de cocina hospitalaria centralizada..... | 66 |
| 3.3.2 Requerimiento de vapor servicio central de esterilización | 67 |
| 3.3.3 Requerimiento de vapor servicio humidificación y control de humedad hospitalario | 68 |
| 3.3.4 Requerimiento de vapor servicio de desechos hospitalarios | 69 |
| 3.3.5 Requerimiento de vapor servicio de lavandería hospitalaria centralizada..... | 69 |
| 3.3.6 Requerimiento de vapor servicio del sistema de agua caliente sanitaria ACS | 72 |

| | |
|--|-----------|
| 3.3.7 Consumo de vapor para la demanda de nuevos servicios del hospital majes..... | 73 |
| CAPÍTULO IV . INGENIERIA DEL PROYECTO..... | 75 |
| 4.1 CÁLCULO DEL SISTEMA DE GENERACION DE VAPOR..... | 75 |
| 4.1.1 Cálculo de caída del servicio de cocina hospitalaria centralizada..... | 75 |
| 4.1.2 Cálculo de caída del servicio central de esterilización..... | 79 |
| 4.1.3 Cálculo de caída del servicio humidificación y control de humedad hospitalario . | 81 |
| 4.1.4 Cálculo de caída del servicio de desechos hospitalarios | 84 |
| 4.1.5 Cálculo de caída del servicio de lavandería hospitalaria centralizada..... | 88 |
| 4.1.6 Cálculo de caída del sistema de agua caliente sanitaria ACS..... | 95 |
| 4.1.7 Cálculo de caída Manifold principal | 97 |
| 4.1.8 La Carga total de todos los servicios..... | 99 |
| 4.1.9 La carga total más altura de trabajo..... | 100 |
| 4.1.10 Hallar el factor de evaporación: | 100 |
| 4.1.11 Cálculo de la capacidad nominal..... | 100 |
| 4.1.12 Capacidad de generación del nuevo sistema de vapor: | 101 |
| 4.1.13 Selección de calderas..... | 102 |
| 4.1.14 Tabla resumen de las capacidades por tramo. | 103 |
| 4.2 CÁLCULO DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE DUAL | 105 |
| 4.2.1 Selección de combustible para generadores de vapor | 106 |
| 4.2.2 Sistema de combustible con diésel 2..... | 106 |
| 4.2.3 Sistema de combustible con gas natural..... | 110 |
| 4.2.4 Dimensionamiento de la chimenea..... | 116 |
| 4.3 CÁLCULO DEL SISTEMA DE AGUA..... | 118 |
| 4.3.1 Tratamiento de agua dentro caldero | 118 |
| 4.3.2 Cálculo del sistema de agua de alimentación | 118 |
| 4.4 CÁLCULO DE TUBERIAS DISTRIBUCION DE VAPOR..... | 133 |
| 4.4.1 Procedimiento para el cálculo a realizar..... | 134 |
| 4.4.2 Tramos de tubería de vapor a calcular..... | 137 |

| | |
|---|-----|
| 4.4.3 Cuadro resumen de tablas de tuberías calculadas..... | 144 |
| 4.5 SELECCIÓN DE VÁLVULAS Y ACCESORIOS EN LA LÍNEA DE VAPOR | 146 |
| 4.5.1 Selección de válvulas de globo..... | 147 |
| 4.5.2 Selección de válvulas de compuerta..... | 147 |
| 4.5.3 Selección de válvulas de Angulo..... | 147 |
| 4.5.4 Selección de válvulas de retención..... | 147 |
| 4.5.5 Purgadores de aire | 147 |
| 4.5.6 Separadores de humedad | 148 |
| 4.5.7 Tees, reducciones concéntricas, uniones universales y bridas | 148 |
| 4.5.8 Selección de válvulas y accesorios para las Estaciones reductoras de presión | 151 |
| 4.6 CÁLCULO DE CAÍDA DE PRESIÓN EN REDES DE VAPOR | 152 |
| 4.7 CÁLCULO DEL SISTEMA DEL RETORNO DE CONDENSADO..... | 155 |
| 4.7.1 Cálculo condensados sistemas de distribución de vapor | 155 |
| 4.7.2 Cálculo condensado servicio de cocina hospitalaria centralizada | 165 |
| 4.7.3 Cálculo condensado servicio central de esterilización | 168 |
| 4.7.4 Cálculo condensado servicio humidificación y control de humedad hospitalario | 168 |
| 4.7.5 Cálculo condensado servicio de desechos hospitalarios..... | 168 |
| 4.7.6 Cálculo condensado servicio de lavandería hospitalaria centralizada..... | 168 |
| 4.7.7 Cálculo condensado sistema de agua caliente sanitaria ACS..... | 171 |
| 4.7.8 Condensado formado en todos los servicios del hospital majes..... | 172 |
| 4.8 SELECCIÓN DE LAS TRAMPAS DE VAPOR..... | 173 |
| 4.8.1 selección piernas colectoras en tuberías principales..... | 173 |
| 4.8.2 Selección de trampas servicio de cocina hospitalaria centralizada | 176 |
| 4.8.3 Selección de trampas servicio central de esterilización..... | 177 |
| 4.8.4 Selección de trampas servicio humidificación y control de humedad hospitalario | |
| | 177 |
| 4.8.5 Selección de trampas servicio de desechos hospitalarios | 178 |
| 4.8.6 Selección de trampas servicio de lavandería hospitalaria centralizada. | 178 |

| | |
|--|------------|
| 4.8.7 Selección de trampas de vapor sistema de agua caliente sanitaria ACS | 180 |
| 4.8.8 Cuadro resumen selección de trampas..... | 180 |
| 4.9 CÁLCULO DE TUBERIAS DE DRENADO CONDENSADO..... | 181 |
| 4.9.1 Líneas de drenaje hacia las trampas de vapor..... | 182 |
| 4.9.2 Líneas de descarga de las trampas de vapor | 186 |
| 4.9.3 Línea de bombeo de condensado..... | 186 |
| 4.9.4 Sistema de bombeo de condensado | 187 |
| 4.10 CÁLCULO DE DILATACION Y SOPORTES PARA TUBERIAS | 188 |
| 4.10.1 Dimensionamiento de las juntas de dilatación | 188 |
| 4.10.2 Soportes para tuberías..... | 195 |
| 4.11 CÁLCULO SISTEMA DE AISLAMIENTO DE REDES | 200 |
| 4.11.1 Determinación del aislamiento térmico tubería de vapor | 200 |
| 4.11.2 Determinación del aislamiento térmico retorno condensado..... | 205 |
| CAPÍTULO V . PROGRAMACIÓN OBRA PLAZO DE EJECUCIÓN..... | 207 |
| 5.1 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN..... | 207 |
| 5.2 PLAZOS CONTRACTUALES | 207 |
| CAPÍTULO VI . PRESUPUESTO OBRA | 220 |
| 6.1 PRESUPUESTO OBRA INSTALACIONES TÉRMICAS | 220 |
| CONCLUSIONES | 228 |
| REFERENCIAS | 230 |
| ANEXOS | 232 |
| PLANOS | 232 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

| | |
|--|----|
| Ilustración I-1 Ubicación geográfica del hospital central distrito de majes (Google Maps)..... | 2 |
| Ilustración II-1 Caldera de vapor Pirotubular. (Cleaver-Brooks CBEX PREMIUM) | 8 |
| Ilustración II-2 Principales componentes Gas Natural (Cáceres Graziani, 2002, pag.15) | 12 |
| Ilustración II-3 Utilización Gas Natural (Cáceres Graziani, 2002, pag.60)..... | 13 |
| Ilustración II-4 Integración total de tratamiento de agua (Productos Cleaver-Brooks) | 17 |
| Ilustración II-5 Distribución de vapor (SPIRAX SARCO)..... | 19 |
| Ilustración II-6 Estación reductora de presión (Spirax Sarco) | 20 |
| Ilustración II-7 Derivación tubería principal (Spirax Sarco) | 22 |
| Ilustración II-8 Derivación de tubería correcta (Spirax Sarco)..... | 23 |
| Ilustración II-9 Detalle derivación Incorrecta (Spirax Sarco)..... | 23 |
| Ilustración II-10 Arreglo Tuberías en terreno ascendente (Spirax Sarco) | 24 |
| Ilustración II-11 Separador de gotas (Spirax Sarco)..... | 24 |
| Ilustración II-12 Formación de bolsa solida de agua (Spirax Sarco)..... | 25 |
| Ilustración II-13 Fuentes de problemas de golpe de ariete (Spirax Sarco) | 25 |
| Ilustración II-14 Filtro en Y (Spirax Sarco)..... | 26 |
| Ilustración II-15 Como el aire afecta la transferencia de calor (Spirax Sarco) | 30 |
| Ilustración II-16 Factores que también afectan la transferencia de calor (Armstrong)..... | 30 |
| Ilustración II-17 Sistema de retorno de condensado(Armstrong) | 31 |
| Ilustración II-18 Etapas de vapor saturado (Spirax Sarco) | 32 |
| Ilustración II-19 Flexibilidad en la conexión en línea de condensado (Spirax Sarco)..... | 36 |
| Ilustración II-20 Guías para tuberías vapor..... | 36 |
| Ilustración II-21 Espesor Económico (Manual de aislamiento en la industria) | 39 |
| Ilustración II-22 Aislamiento en red de vapor (Manual de aislamiento en la industria)..... | 40 |
| Ilustración II-23 Flujograma área cocina (Cocina hospitalaria centralizada) | 41 |
| Ilustración II-24 Marmita a vapor (Electrolux)..... | 42 |
| Ilustración II-25 Distribución Áreas de Esterilización (www.tuttnauer.com) | 44 |

| | |
|--|-----|
| Ilustración II-26 Esterilizador para Hospital (www.tuttnauer.com) | 44 |
| Ilustración II-27 Distribuidor directo de vapor (Condair)..... | 46 |
| Ilustración II-28 Flujograma de residuos peligrosos (Ministerio de Salud Perú) | 48 |
| Ilustración II-29 Esterilizador y trituradora(Celitron)..... | 49 |
| Ilustración II-30 Flujograma de lavandería (Ministerio de Salud de Uruguay)..... | 51 |
| Ilustración II-31 Lavadora con barrera sanitaria (Domus)..... | 52 |
| Ilustración II-32 Equipo agua caliente sanitaria(Armstrong)..... | 54 |
| Ilustración III-1 Gráfico demanda de vapor para el hospital | 74 |
| Ilustración IV-1 Pierna Colectora (Spirax Sarco) | 174 |
| Ilustración IV-2 Marmita de vapor (Spirax Sarco)..... | 177 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|-----|
| Tabla II-1 Propiedades físicas Diésel 02..... | 11 |
| Tabla II-2 Requerimientos agua alimentación calderas vapor..... | 16 |
| Tabla II-3 Conductividad térmica de materiales..... | 29 |
| Tabla III-1 Requerimiento de vapor servicio de cocina..... | 67 |
| Tabla III-2 Requerimiento de vapor servicio esterilización..... | 68 |
| Tabla III-3 Requerimiento de vapor para el servicio de tratamiento de residuos solidos | 69 |
| Tabla III-4 Requerimiento de vapor para el servicio de lavandería..... | 71 |
| Tabla III-5 Requerimiento de vapor servicio de calentamiento de agua..... | 72 |
| Tabla III-6 Consumo de vapor para nuevos servicios del hospital. | 73 |
| Tabla IV-1 Consideraciones iniciales de diseño. | 99 |
| Tabla IV-2 Selección calderas para funcionamiento de instalaciones hospital. | 101 |
| Tabla IV-3 Demanda de vapor por cada equipo más perdidas por la longitud..... | 104 |
| Tabla IV-4 Resultados de cálculo de tuberías de Gas Natural para Generadores de Vapor | 115 |
| Tabla IV-5 Datos técnicos para chimenea de generadores de vapor..... | 118 |

| | |
|---|-----|
| Tabla IV-6 Perdidas en el sistema de agua de alimentación..... | 122 |
| Tabla IV-7 Tabla de dureza de agua Majes. | 127 |
| Tabla IV-8 Velocidades recomendadas para tuberías..... | 136 |
| Tabla IV-9 Descripción puntos tomaron como referencia en tramos de tubería | 138 |
| Tabla IV-10 Cuadro resumen de tuberías calculadas..... | 145 |
| Tabla IV-11 Selección de accesorios por tramos y longitud equivalente de accesorios. | 149 |
| Tabla IV-12 Composición de estación reductora..... | 151 |
| Tabla IV-13 Caída de presión en cada Tramo. | 153 |
| Tabla IV-14 Condensado formado en tuberías principales y ramales | 161 |
| Tabla IV-15 Carga de pre-calentamiento en tuberías de vapor..... | 164 |
| Tabla IV-16 Condensado formado en todos los servicios. | 172 |
| Tabla IV-17 Resumen de trampas seleccionadas..... | 181 |
| Tabla IV-18 Diámetros en líneas de drenaje hacia las trampas de vapor. | 186 |
| Tabla IV-19 Cálculo de tuberías de condensado sistema de bombeo | 187 |
| Tabla IV-20 Resumen de dilatación de tuberías de vapor. | 190 |
| Tabla IV-21 Cuadro de diferencia de expansión Térmica de todos los tramos de tubería..... | 192 |
| Tabla IV-22 Expansión térmica de tuberías y selección de junta de expansión. | 194 |
| Tabla IV-23 Soportes recomendados según tipo de tubería (MSS SP-58, 2002) | 197 |
| Tabla IV-24 Tramos de tubería distancia entre soportes, tipo y numero. | 199 |
| Tabla IV-25 Resumen Aislamiento térmico óptimo tramos tubería. | 204 |
| Tabla IV-26 Espesor térmico óptimo para tuberías de retorno de condensado | 206 |
| Tabla VI-1 Resumen de Presupuesto de Obra | 220 |

ÍNDICE ANEXOS

| | |
|--|-----|
| Anexo - 001. Normas técnicas hospitales | 230 |
| Anexo - 002. Categorías de los establecimientos de salud | 240 |
| Anexo - 003. Equipos cocina hospitalaria centralizada marmitas a vapor..... | 250 |
| Anexo - 004. Equipo central de esterilización esterilizador a vapor..... | 257 |
| Anexo - 005. Equipos humidificación y control de humedad hospitalario | 261 |
| Anexo - 006. Equipos desechos hospitalarios esterilizadores con trituradora | 264 |
| Anexo - 007. Equipos lavandería hospitalaria centralizada-lavadora barrera sanitaria | 268 |
| Anexo - 008. Equipos lavandería hospitalaria centralizada-secadora rotativa..... | 271 |
| Anexo - 009. Equipos lavandería hospitalaria centralizada -calandria | 273 |
| Anexo - 0010 Equipos lavandería hospitalaria centralizada -prensa..... | 276 |
| Anexo - 0011. Equipos lavandería hospitalaria centralizada -plancha | 279 |
| Anexo - 0012. Equipos sistema de agua caliente sanitaria | 281 |
| Anexo - 0013. Datos técnicos de generadores a vapor | 284 |
| Anexo - 0014. Sistema de combustible gas natural | 285 |
| Anexo - 0015. Sistema de agua..... | 287 |
| Anexo - 0016. Factor de evaporación generadores a vapor | 297 |
| Anexo - 0017. Normas y especificaciones para tuberías de fuerza..... | 298 |
| Anexo - 0018. Tuberías comerciales de acero al carbono | 299 |
| Anexo - 0019. Factores de presión para dimensionamiento de tuberías | 305 |
| Anexo - 0020. Factores de capacidad de tubería y caída de presión..... | 306 |
| Anexo - 0021. Sistema de distribución de vapor | 307 |
| Anexo - 0022. Sistema de retorno de condensado | 310 |
| Anexo - 0023. Bombas de condensados | 326 |
| Anexo - 0024. Dilatación y junta de expansión para tuberías de vapor..... | 332 |
| Anexo - 0025. Sistema de aislamiento térmico..... | 335 |
| Anexo - 0026. Maximizar la eficiencia energética del sistema con el aislamiento | 338 |
| Anexo - 0027. Válvulas estaciones reductoras de presión | 339 |

| | |
|---|-----|
| Anexo - 0028. Separadores de vapor | 341 |
| Anexo - 0029. Filtros red de vapor | 343 |
| Anexo - 0030. Soporte de tuberías de vapor y condensado | 347 |

ÍNDICE DE PLANOS

| | |
|---|-----|
| PLANO-0001 Plano general de las instalaciones térmicas hospital | 352 |
| PLANO-0002 Servicio de lavandería hospitalaria centralizada | 353 |
| PLANO-0003 Sala de generadores de vapor | 354 |
| PLANO-0004 Servicio de desechos hospitalarios | 355 |
| PLANO-0005 Servicio de cocina hospitalaria centralizada..... | 356 |
| PLANO-0006 Servicio de humidificación y control de humedad hospitalario | 357 |
| PLANO-0007 Servicio central de esterilización..... | 358 |
| PLANO-0008 Diagrama de proceso de instalaciones térmicas hospital..... | 359 |
| PLANO-0009 Esquema de distribución de vapor y retorno de condensado..... | 360 |
| PLANO-0010 Instalación de gas natural para generadores de vapor | 361 |
| PLANO-0011 Isométrico de Instalaciones de vapor | 362 |

RESUMEN

La presente tesis comprende el diseño y cálculo de las instalaciones térmicas del hospital central del distrito de majes iniciando con la determinación de capacidad de la sala de generadores de vapor cuya función principal es abastecer de vapor a seis servicios como son servicio de cocina hospitalaria centralizada, central de esterilización, humidificación y control de humedad, desechos hospitalarios, lavandería centralizada y agua caliente sanitaria. La demanda de vapor de las 06 instalaciones térmicas es de 1183.980 kg/hr esta solo considera los equipos.

Para determinar la capacidad nominal de vapor, a la demanda de vapor de equipos hallada, se sumaran las pérdidas de vapor por la distribución o transporte que va desde el sistema de generación hasta los equipos adicionando un factor por altitud del distrito y factor de evaporación obtenemos una capacidad total $1466.388 \text{ kg/hr} = 93.508\text{BHP}$, a partir de esta cifra seleccionaremos 03 generadores de vapor comerciales, 01 para el turno de mañana de 100BHP para las horas punta, 01 para el turno tarde de 50BHP solo se utilizara la mitad de la capacidad y finalmente 01 para Stand By de 100 BHP para casos de emergencia o mantenimiento de los otros generadores de vapor.

Respecto al sistema de combustible dual, determinamos el consumo de combustible de 02 generadores de vapor funcionando en paralelo, para diésel 02 obtenemos un consumo 40.888GPH, por lo tanto, seleccionaremos un tanque de servicio semanal de 2000 GLN y un tanque de reserva para el mes de 10,000 GLN. Para el sistema de gas natural la demanda es de 166.510 m³/hr, se seguirán las normas técnicas peruanas (NTP) para su diseño y cálculo.

Sistema de agua deberá abastecer a dos generadores de vapor y al servicio de lavandería con agua blanda, seleccionaremos un tanque desgasificador de 500 GLN y un equipo ablandador de agua con una capacidad de ablandamiento de 29.683 GPM.

Sistema de tuberías para distribución de vapor, determinamos el diámetro y especificamos el espesor de cada tramo, seleccionando tuberías comerciales que según los cálculos todos los tramos son Schedule 40, seleccionamos válvulas y accesorios de acuerdo a los diámetros, presión y temperatura.

Sistema de retorno de condensado determinamos el condensado formado en equipos, manifold, tuberías principales y ramales obtenido resultados procedemos a la selección de selección de trampas de vapor según aplicación y función de los equipos, seleccionamos tuberías comerciales, piernas colectoras separadores de vapor para todos los equipos.

Determinación de dilatación de tuberías principales y selección de su junta de expansión; selección de soporte de para todos los tramos según norma ASME.

Cálculo del espesor óptimo de aislamiento de redes de vapor y condensado; como eficiencia del aislamiento mínima aceptable 80%.

Se realiza la programación de la ejecución del proyecto de las instalaciones térmicas del hospital en 155 días hábiles no contando los días sábados, domingo ni feriados indicando fechas contractuales de pruebas y de entrega.

El presupuesto de obra esta valorizado en 2,121,210.00 Nuevos Soles incluyendo los costos de la instalación, compra de materiales y equipos de todo el proyecto.

Palabras clave: Hospital, Vapor, Condensado, Tuberías, Aislamiento, Gas Natural.

SUMMARY

This thesis includes the design and calculation of heating systems central district hospital Majes starting with determining capacity of the room steam generators whose main function is to supply steam to six services as are service centralized hospital kitchen, central sterile services department, humidifiers and humidity control, hospital waste, centralized laundry and domestic hot water, steam demand of 06 thermal plants is 1183,980 kg / hr is only considered equipment.

To determine the nominal steam capacity, the demand for vapor found equipment, vapor losses from the distribution or transportation that runs from the generating system to the equipment by adding a factor altitude district and evaporation factor would join obtain a total capacity 1466.388 kg / hr = 93.508BHP, from this figure will select commercial steam generators 03, 01 for the morning shift 100BHP for peak times, 01 for the afternoon shift 50BHP only half will be used capacity and finally 01 for Stand by 100 BHP emergency or maintenance of other steam generators.

Regarding the dual fuel system, we determine fuel consumption 02 steam generators operating in parallel, to obtain diesel consumption 02, 40.888GPH, therefore, select a tank of 2000 GLN weekly service and a reservoir tank for 10.000 GLN month. For the system of natural gas demand is 166.510 m³ / hr, Peruvian technical standards (NTP) for design and calculation will continue.

Water must supply two steam generators and laundry with soft water, select a degasser tank 500 GLN and water softener equipment with a capacity of 29,683 GPM softening.

Pipe system for steam distribution, determine the diameter and specify the thickness of each section, selecting commercial pipes as calculated all sections are Schedule 40, selected valves and fittings according to diameters, pressure and temperature.

System condensate return determine the condensate formed in equipment, manifold, mains and branch lines obtained results we proceed to the selection of selection of steam traps depending on application and function of equipment, selected commercial lines, bus legs steam separators for all equipment.

Determination of expansion of water mains and selection of the expansion joint; selection support for all sections according to ASME.

Calculating the optimum thickness of insulation steam and condensate networks; as acceptable minimum insulation efficiency of 80%.

programming project execution thermal hospital facilities in 155 working days is done not counting Saturdays, Sundays and holidays contractual indicating dates of testing and delivery.

The budget work is valued at 2,121,210.00 Nuevos Soles including installation costs purchase of materials and equipment for the entire project.

Keywords: Hospital, Steam, Condensate, Pipes, Isolation, Natural Gas.

CAPÍTULO I. INTRODUCCION

1.1 ANTECEDENTES

El vertiginoso crecimiento urbano de Arequipa, hace que resultar insuficiente el abastecimiento en sistemas de Salud y sus actividades conexas consciente del hecho que se imparte salud a la Región Arequipa y siendo su función servir a la colectividad, ofreciendo los servicios de Salud en óptimas condiciones de modo que satisfagan plenamente las necesidades de sus pobladores, se vio en la exigencia de contratar los servicios de profesionales para que puedan realizar estudios que permitan la disposición de alternativas de construcción de infraestructura necesaria para construir el hospital central del distrito de majes.

Los servicios que actualmente se brindan, no cuentan con áreas y funcionalidad acordes con estándares aceptables y; las condiciones ambientales y de deterioro físico, constituyen riesgos para la salud de la población, teniendo que buscar parte de la población solución a sus problemas de salud fuera de la red, acudiendo a la ciudad de Arequipa.

1.2 JUSTIFICACION

El diseño de las instalaciones térmicas del hospital comparte la misma justificación de la creación de todo el hospital la limitada cobertura de los servicios especializados de salud y la baja calidad de atención en los establecimientos de salud ubicados en el distrito de Majes, constituye el problema central que se quiere resolver a través de la implementación de un hospital base en el distrito.

1.2.1 Justificación Social

El diseño del Hospital en conjunto permitirá y garantizará un desarrollo normal de las actividades propias de la salud y volcarlas integra y óptimamente en beneficio de la población. Para este efecto es conveniente de manera inmediata planificar el futuro hospital y desarrollar

su infraestructura para que se construya en apego a las normas del ministerio de salud y se consiga un crecimiento racional y debidamente planificado.

1.2.2 Justificación Tecnológica

Diseñar y construir un hospital con las instalaciones térmicas energéticamente eficientes utilizando equipos modernos y en todo momento aprovechada para satisfacer la demanda.

1.2.3 Justificación Ecológica

Las instalaciones térmicas del hospital tendrán opción de funcionamiento con gas natural un combustible muy limpio y de poca contaminación al medio ambiente.

1.3 UBICACIÓN

1.3.1 Ubicación Geográfica

El proyecto se encuentra ubicado en las siguientes coordenadas UTM:

- Latitud : $16^{\circ}19'11.9''$ S
- Longitud : $72^{\circ}13'16.5''$ W

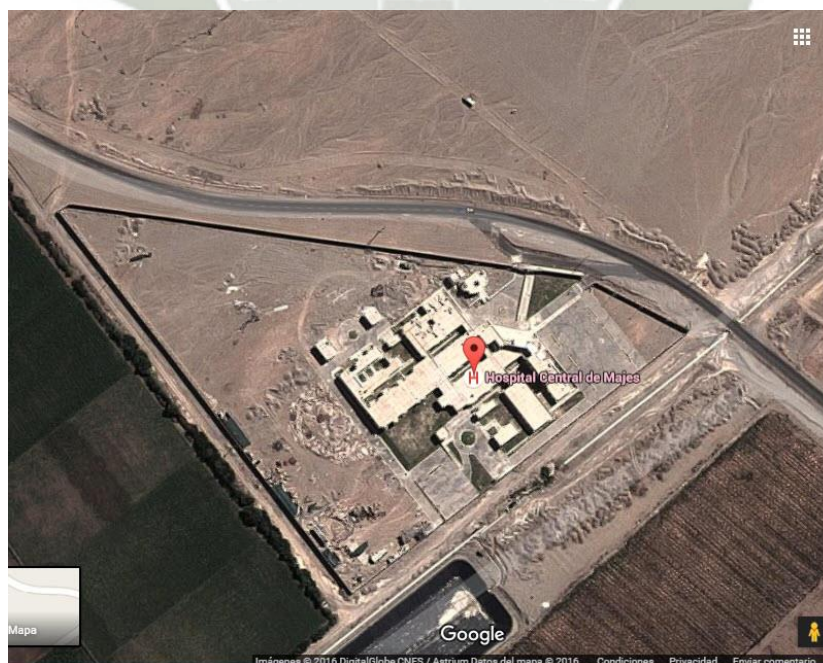


Ilustración I-1 Ubicación geográfica del hospital central distrito de majes (Google Maps)

1.3.2 Ubicación y vías de acceso a proyecto

El acceso a la zona del proyecto, viniendo desde Arequipa, es por la Carretera Panamericana, llegando al ingreso del Pedregal y de allí para tomar la Av. Asfaltada que conduce a los terrenos contiguos del centro de recría y parcelas de la Universidad Católica de Santa María, se realiza un estimado de viajes de 20 a 35 minutos por redes viales asfaltadas, existiendo varios medios de transporte.

1.3.3 Características Geográficas

1.3.3.1 Clima é ubicación hidrográfica

El clima de la zona es desértico y cambiante, variando desde los 19 a los 26°C, las máximas temperaturas se registran en los meses de diciembre a marzo, mientras que las mínimas de abril a Julio; notándose fuertes variaciones durante el año. La humedad relativa promedio es de 52% teniendo influencia de los vientos alisios que provienen del océano pacífico.

1.3.3.2 Topografía

La topografía de la zona en estudio es propiamente una planicie y presenta pendientes suaves hacia el Oeste, el material de la zona es material urbano.

1.3.3.3 Servicios de agua potable y alcantarillado

No se cuenta con el servicio domiciliario completo de agua potable y desagüe, el cual se suministra a partir de reservorios y canales matrices existentes.

1.3.3.4 Población

El presente estudio de población constituye el punto de partida para el abastecimiento de servicios de salud, según la demanda a satisfacer 39.445 habitantes según datos del INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática).

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

Diseñar y calcular las instalaciones térmicas del hospital central del distrito de majes con una máxima eficiencia energética utilizando equipos modernos en sus seis servicios térmicos siguiendo los estándares nacionales e internacionales. Esto permitirá elevar la cobertura de servicios y mejorar la calidad de atención de salud general y especializada de la población del distrito de Majes. La Construcción de un nuevo establecimiento de salud con mayor categoría de resolución (Hospital Nivel II-1) que tenga la capacidad de atención con la calidad y funcionalidad necesaria.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Determinar la capacidad de generación de vapor para los seis servicios del hospital y selección de generadores de vapor modernos.
- Calcular el sistema de combustible dual para los generadores de vapor seleccionados y dimensionamiento de los tanques de almacenamiento y uso diario.
- Calcular el sistema de agua dura y blanda necesaria para el correcto funcionamiento de los generadores de vapor y selección del sistema dosificador interno, sistema de ablandamiento y tanque desgasificador de acuerdo a cálculos obtenidos.
- Calcular el sistema de distribución de tuberías de vapor, retorno de condensado y la selección de las válvulas, accesorios, reducciones, Tees y trampas de vapor.
- Calcular la dilatación y soporte de tuberías para la red de vapor y retorno de condensado.
- Calcular el aislamiento óptimo para la red de vapor y retorno de condensado con una eficiencia mayor al 70 %.
- Realizar la programación de la obra y presupuesto incluyendo mano de obra materiales e instalación.

CAPÍTULO II. FUNDAMENTO TECNICO

2.1 FUNDAMENTOS DEL USO DE VAPOR.

2.1.1 Concepto de vapor agua

“El vapor de agua es el gas formado cuando el agua pasa de un estado líquido a uno gaseoso. A un nivel molecular esto es cuando las moléculas de H₂O logran liberarse de las uniones (ej. Uniones de hidrógeno) que las mantienen juntas.” (TLV Compañía Especialista en Vapor, 2010, pág. 1)

2.1.2 Cómo funciona el vapor de agua

En el agua líquida, las moléculas de H₂O están siendo unidas y separadas constantemente. Sin embargo, al calentar las moléculas de agua, las uniones que conectan a las moléculas comienzan a romperse más rápido de lo que pueden formarse. Eventualmente, cuando suficiente calor es suministrado, algunas moléculas se romperán libremente. Estas moléculas “libres” forman el gas transparente que nosotros conocemos como vapor, o más específicamente vapor seco. (TLV Compañía Especialista en Vapor, 2010, pág. 1)

2.1.3 Uso de vapor de agua.

El uso del vapor como fluido energético en instalaciones industriales es utilizado desde hace mucho tiempo. “El vapor de agua viene siendo el fluido térmico más ampliamente utilizado. La generalización de su empleo está basada en un conjunto de características singulares que le convierten en prácticamente insustituible” (Junta de Castilla y León y DEA INGENIERIA, 2010, pág. 7).

2.1.4 Características del vapor de agua

Principales características del vapor de agua para la aplicación en el campo industrial.

- Materia prima barata y de elevada disponibilidad.

- Buenas propiedades termodinámicas: elevado calor específico, elevado calor latente, baja densidad.
- Amplio rango de temperaturas de empleo.
- Temperatura de condensación fácilmente regulable.
- Fácilmente transportable por tuberías (Auto transportable).

La tercera característica hace que el vapor de agua se ideal para la aplicación en el campo industrial.

El vapor cubre “una banda de trabajo entre 1,13 bar y 70 bar que equivalen a una banda térmica entre 103°C y 287°C como vapor saturado seco e incluso más elevadas si el vapor se produce con sobrecalentamiento posterior” (Junta de Castilla y León y DEA INGENIERIA, 2010, pág. 07).

2.1.5 Vapor húmedo vs. vapor seco

Los términos más comúnmente utilizados en la industria y fabricantes de equipos para el vapor son, vapor seco o Saturado y vapor húmedo.

Vapor seco hace referencia a vapor cuando todas sus moléculas permanecen en estado gaseoso.

Vapor húmedo es cuando unas porciones de sus moléculas de agua han cedido su calor latente y el condensado forma pequeñas gotas de agua.

2.2 GENERADORES DE VAPOR

2.2.1 Teoría básica de generador de vapor

Tenemos varias definiciones de un generador de vapor o conocido también como caldero de vapor en este caso daremos una definición técnica. (Fundacion de la Energia de Comunidad de Madrid, 2012) define:

Técnicamente, puede definirse una caldera de vapor, de acuerdo con la terminología vigente, como todo aparato a presión en donde el calor procedente de cualquier fuente de energía se transforma en utilizable, en forma de calorías, a través de un medio de transporte, en este caso, vapor de agua. (pág. 45)

2.2.2 Clasificación de generadores de vapor

Tenemos un sin número de clasificaciones de calderas de vapor. (Bahamondes, s.f.) indica:

Clasificación más aceptada se basa en la circulación del agua y de los gases calientes en la zona de tubos de las calderas. Según esto se tiene dos tipos generales de calderas:

Pirotubulares o de tubos de humos

En estas calderas, los humos pasan dentro de los tubos, cediendo su calor al agua que los rodea.

Acuotubulares o de tubos de agua

El agua circula por dentro de los tubos, captando calor de los gases calientes que pasan por el exterior. (pág. 8)

Podemos observar la caldera pirotubular (Ilustración II-1) este tipo de caldera se utilizará en el presente proyecto, el modelo de caldera deberá incluir un acople para el economizador.



Ilustración II-1 Caldera de vapor Piro-tubular. (Cleaver-Brooks CBEX PREMIUM)

2.2.3 Partes principales que componen una caldera

Mencionaremos las partes principales de un caldero Piro-tubular que es de interés para nuestro caso.

- Hogar o Fogón: Espacio donde se produce la combustión
- Puerta Hogar: Donde va el quemador en calderas piro-tubulares
- Conductos de humo: Espacios por los cuales circulan los gases calientes de la combustión.
- Chimenea: Salida de los gases y humos de la combustión
- Tapas de registro: Aberturas que permiten inspeccionar, limpiar y reparar la caldera.
- Cámara de Agua: Volumen de la caldera que está ocupado por el agua que contiene.
- Cámara de Vapor: Volumen que queda sobre el nivel superior máximo de agua.

- Cámara de alimentación de agua: Espacio comprendido entre los niveles máximo y mínimo de agua.

2.3 SISTEMAS AUXILIARES DE SUMINISTRO

2.3.1 SISTEMA SUMNISTRO DE COMBUSTIBLE

2.3.1.1 Combustión real

En la experiencia en la industria se nos presentaran procesos de combustión que no son ideales ni completos. “La combustión es un proceso químico en donde los constituyentes del combustible son oxidados, y va acompañada de un intenso desprendimiento de calor.” (Palacin, 2006, pág. 4)

Factores que influyen en la combustión

Entre los factores más importantes que influyen en un proceso de combustión se encuentran:

- Combustible
- Relación aire – combustible
- Geometría de la cámara
- Temperatura de la Combustión
- Forma de alimentación del combustible
- Turbulencia en la cámara
- Velocidad de salida de los gases.

La combustión real resulta incompleta, tanto cuando se utiliza aire teórico como cuando se utiliza exceso de aire. (Cruz & Postigo B., 2010, pág. 11)

2.3.1.2 Clasificación de combustibles

De acuerdo con su estado de agregación Los combustibles se clasifican en:

- Combustibles Solidos

- Combustibles Líquidos
- Combustibles Gaseosos

2.3.1.3 Propiedades generales de los combustibles

2.3.1.3.1 Poder calorífico

Es la máxima cantidad de calor que puede transferirse de los productos de la combustión completa, cuando estos son enfriados desde la temperatura de la llama adiabática hasta la temperatura inicial de la mezcla aire combustible. Se expresa por unidad de masa de combustible. (Cruz & Postigo B., 2010, pág. 26)

Tenemos:

Poder Calorífico Alto y Poder Calorífico Bajo

2.3.1.4 Elección de combustible

Realizaremos la elección de combustible para alimentar una caldera, dependerá principalmente de la tarifa de cada combustible, elegiremos un sistema tipo dual.

- Diesel-02: Como combustible Primario
- Gas Natural: Como combustible Secundario

Tomamos estos dos combustibles por razón de utilización inmediata, situación que se revertirá cuando tengamos gas natural en Arequipa y utilizaremos el Diesel-02 como alternativo y casos de emergencia.

2.3.1.5 Características del combustible diesel-02

El diésel 2 es un combustible destilado medio para uso específico de varias aplicaciones industriales como en vehículos con motores diésel también apropiado para uso en motores estacionarios como para los Grupos Electrógenos y combustible para generadores de vapor.

A continuación, veremos (Tabla II-1) las características técnicas de este combustible para los cálculos correspondientes en el capítulo de Ingeniería.

Tabla II-1 Propiedades físicas Diésel 02

| INSPECCIONES | DIESEL 2 |
|--|-----------------|
| Viscosidad Cinemática, cst @ 40°C minima | 1,9 |
| Viscosidad Cinemática, cst @ 40°C maxima | 4,1 |
| Cenizas, % en peso | 0.01 |
| Azufre, % en peso | 0.5 |
| Residuo de carbón Conradson, 10 % fondos, % masa | 0.01 |
| Poder Calorífico, BTU / gl | 19 540 |
| BSW, % en volumen | 0.02 |
| Punto de inflamación, °C | 55 |
| Índice de Cetano | 47 |
| Densidad a 15 °C Kg/m3 | 820 -845 |
| Punto de Fluidez | + 4 |

Fuente: NTP 321.003

2.3.1.6 Características del combustible gas natural

2.3.1.6.1 Concepto del gas natural

El gas natural es un combustible fósil formado por un conjunto de hidrocarburos que, en condiciones de reservorio, se encuentran en estado gaseoso o en disolución con el petróleo. Se encuentra en la naturaleza como «gas natural asociado» cuando está acompañado de petróleo y como «gas natural no asociado» cuando no está acompañado de petróleo. (Caceres Graziani, 2002, pág. 17)

Los componentes del Gas Natural (Ilustración II-2) permiten diferentes tipos de utilización del combustible mencionado.

| Nomenclatura | Nombre | Estado Natural |
|--------------|---------|---------------------|
| C_1H_4 | Metano | gas |
| C_2H_6 | Etano | gas |
| C_3H_8 | Propano | gas licuable |
| C_4H_{10} | Butano | gas licuable |
| C_5H_{12} | Pentano | líquido gasificable |
| C_6H_{14} | Hexano | líquido gasificable |
| C_7H_{16} | Heptano | líquido |
| C_8H_{18} | Octano | líquido |

Ilustración II-2 Principales componentes Gas Natural (Cáceres Graziani, 2002, pag.15)

2.3.1.6.2 Utilización del gas natural

El gas natural representa para la industria una fuente energética con grandes ventajas sobre otras fuentes, tanto por su bajo costo como por su calidad y limpieza. La utilización del gas natural para el desarrollo de un país involucra no sólo el gas natural en sí, también comprende los líquidos de ese gas natural tales como el gas licuado de petróleo (GLP), el etano y otros como el hexano y la gasolina natural; en otras palabras, hay que tener en cuenta ambos Gas natural y líquidos del gas natural

El gas natural puede utilizarse como combustible o como insumo para obtener otros productos. (Caceres Graziani, 2002, pág. 57)

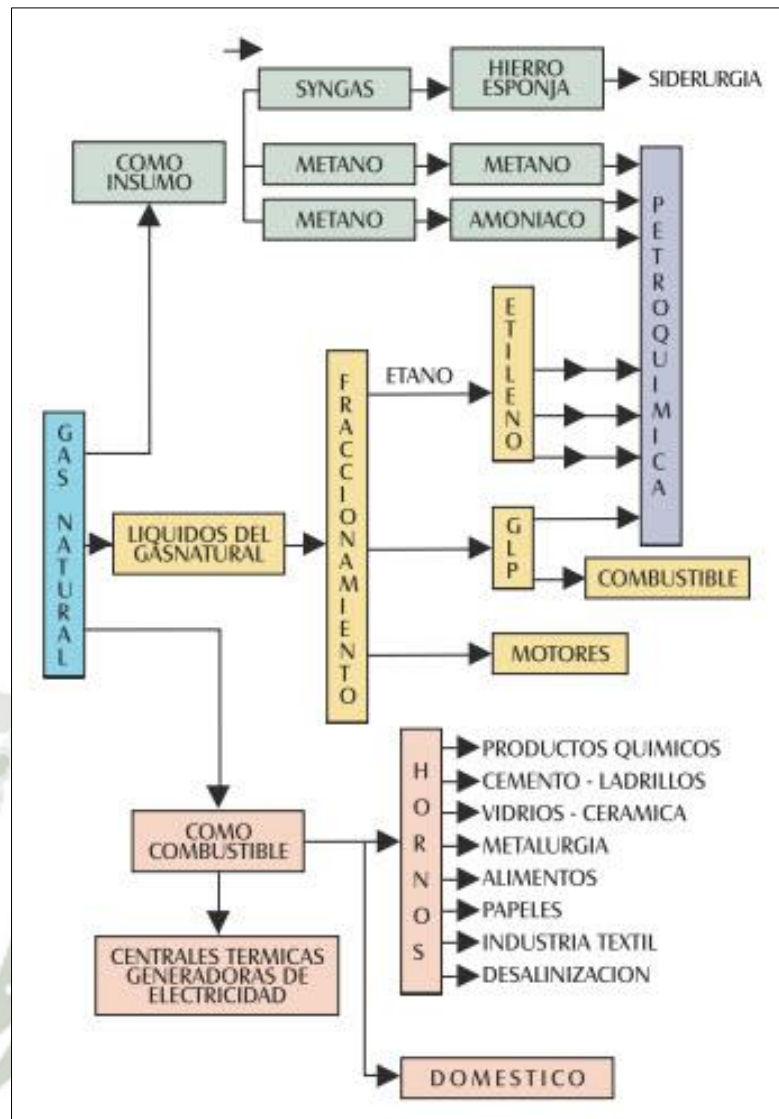


Ilustración II-3 Utilización Gas Natural (Cáceres Graziani, 2002, pag.60)

Como se ve (Ilustración II-3) la utilización del gas natural en nuestro caso sería como combustible, con ventajas favorables respecto a los combustibles tradicionales.

CARACTERÍSTICAS DEL GAS SUMINISTRADO

- Naturaleza: Gas natural
- Clasificación según norma UNE 60.002: Segunda Familia
- Composición:

Metano % Vol. 91,875

Etano % Vol. 6,777

Propano % Vol. 0,643

Butano % Vol. 0,093

Pentano % Vol. Inapreciable

Hexano % Vol. Inapreciable

Anhídrido carbónico % Vol. Inapreciable

Nitrógeno % Vol. 0,612

- PCS = 10.343 Kcal. /Nm³
- PCI = 9.464 Kcal. /Nm³
- Índice de Wobbe 13.037
- Densidad absoluta Kg. /Nm³ 0,7736
- Densidad relativa 0,6114
- Presión en la acometida MPB 0,4 a 4 Bar
- CO₂ total en humos m³/m³ gas 1,077
- N₂ total en humos m³/m³ gas 8,017
- Volumen total humos secos m³/m³ gas 9,09

2.3.2 Sistema suministro de agua

El tratamiento del agua de una caldera de vapor o agua caliente es fundamental para asegurar una larga vida útil libre de problemas operacionales, reparaciones de importancia y accidentes.

El objetivo principal del tratamiento de agua es evitar problemas de corrosión e incrustaciones, asegurando la calidad del agua de alimentación y del agua contenida en la caldera.

El aseguramiento de la calidad del agua de alimentación y agua de la caldera se consigue cumpliendo con los requerimientos de las normas, que definen los límites recomendados para los parámetros involucrados en el tratamiento del agua. (Behn, s.f., pág. 1)

2.3.2.1 Parámetros tratamiento de agua

Parámetros involucrados en el tratamiento del agua de una caldera:

- pH
- Dureza
- Oxígeno
- Hierro y cobre
- Dióxido de carbono
- Aceite
- Fosfato
- Sólidos disueltos
- Sólidos en suspensión
- Secuestrantes de oxígeno
- Sílice
- Alcalinidad.
- Conductividad

En la Tabla II-1 están los requerimientos que deberá satisfacer el agua de alimentación y el agua de una caldera para prevenir incrustaciones y corrosión en calderas de baja presión

(hasta 10 bar). Esto según la Norma Internacional Británica BS-2486 y la ABMA (American Boiler Manufacturing Association).

Tabla II-2 Requerimientos agua alimentación calderas vapor.

| N° | PARÁMETRO | VALOR REQUERIDO |
|----|--|-----------------|
| 1 | Dureza total | <2 ppm |
| 2 | Contenido de oxígeno | <8 ppb |
| 3 | Dióxido de carbono | <25 mg/l |
| 4 | Contenido total de hierro | <0,05 mg/l |
| 5 | Contenido total de cobre | <0,01 mg/l |
| 6 | Alcalinidad total | < 25 ppm |
| 7 | Contenido de aceite | <1 mg/l |
| 8 | pH a 25 °c | 8.5 – 9.5 |
| 9 | Condición general Incoloro, claro y libre de agentes | |

Fuente: Norma Internacional Británica BS-2486

Para darnos una idea de la integración total del tratamiento de agua (Ilustración II-3) mostramos los equipos necesarios para tener el agua debidamente tratada que debe ingresar al caldero enumeramos desde el ingreso de agua dura al sistema.

- Filtro de agua
- Ablandador de agua
- Desalcalinizador

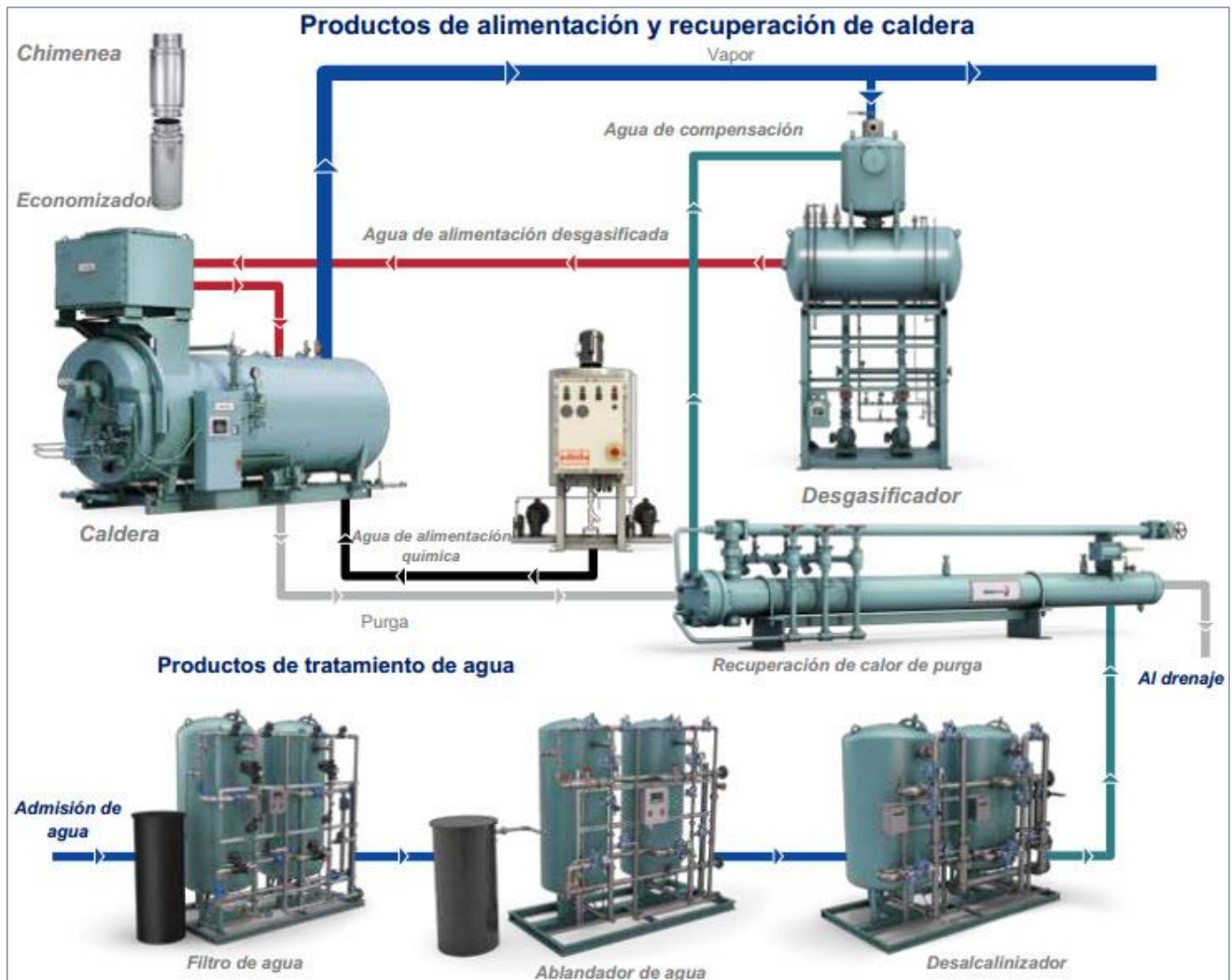


Ilustración II-4 Integración total de tratamiento de agua (Productos Cleaver-Brooks)

2.3.2.2 Calidad del agua

La calidad del agua en tres principales áreas que afectan directamente a un sistema de vapor y principalmente el generador de vapor.

- **Sólidos disueltos totales (TDS)**

La concentración máxima de TDS en una caldera de baja presión es 3500 ppm

- **Alcalinidad**

La concentración máxima de alcalinidad en una caldera de baja presión es 700ppm

- **Dureza**

La dureza máxima permitida en una caldera, debe de ser prácticamente “cero” ppm.

2.3.2.3 Selección del suavizador

Pasos para un cálculo típico para seleccionar un suavizador, la información deberá de ser primero reunida, basada en todos los aspectos mencionados en esta sección.

Una lista de todos los factores de diseño, deberá de ser primero realizada. Lo siguiente representa una caldera típica, de donde nosotros calcularemos la demanda de un suavizador.

2.3.2.3.1 Determinar la dureza en el agua

El análisis recibido o muestreado es en partes por millón (ppm), convertirlo a granos por galón (gpg), dividiéndolo entre 17.1

2.3.2.3.2 Determinar los caballos vapor caldera (caballos de fuerza)

Si la capacidad de la caldera la tenemos en libras por hora de vapor. Convertirla a caballos (HP).

2.3.2.3.3 Determinar la alimentación de agua máxima a caldera

La capacidad de la caldera HP, convertir los HP a galones de agua por hora necesarios para alimentar la caldera, $HP \times 4.25$ galones por hora.

2.3.2.3.4 Determinar la cantidad de condensados de retorno y determinar la alimentación neta a la caldera.

La alimentación de diseño es de $(HP \times 4.25)$, galones por hora, si el retorno de condensados es del 50%, $(HP \times 4.25) * 0.50$ galones, la alimentación neta será de

$(HP \times 4.25) - ((HP \times 4.25) * 0.50)$ galones por hora.

2.3.2.3.5 Determinar la alimentación total requerida por día

$(HP \times 4.25) - ((HP \times 4.25) * 0.50)$ galones por hora, si el sistema opera 16 horas por día,

$(HP \times 4.25) - ((HP \times 4.25) * 0.50) \times 16$ horas = galones por día.

2.3.2.3.6 Determinar los granos totales de dureza a remover por día

$(HP \times 4.25) - ((HP \times 4.25) * 0.50) \times 16$ horas = galones por día. con una dureza de 20 gpg (granos por galón) será multiplicado $\times 20$ obteniendo granos de dureza se necesitan remover al día. (SISTEAGUA, 2012, pág. 15)

2.4 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR

Con la distribución del vapor nos referimos a la unión entre el generador de vapor y el usuario para tener una mejor compresión (Ilustración II-5). El generador de vapor “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” (Spirax Sarco, 1999, pág. 2)

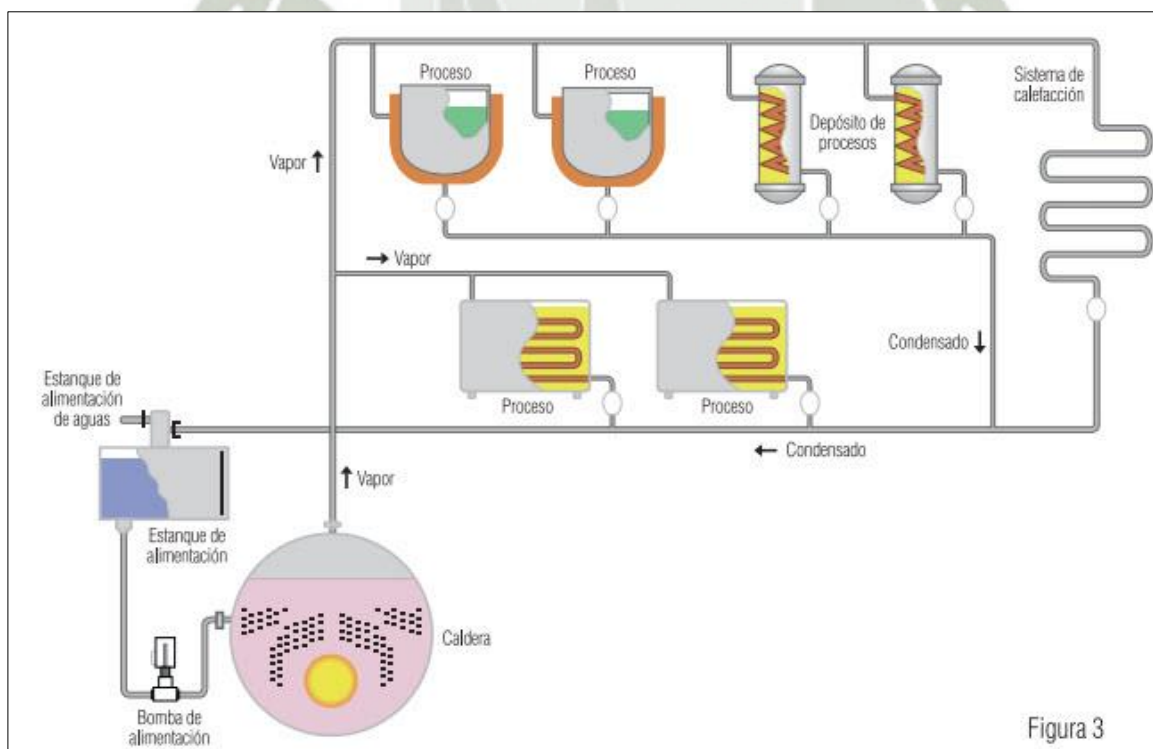


Figura 3

Ilustración II-5 Distribución de vapor (SPIRAX SARCO)

Debemos tener en cuenta los siguientes conceptos para realizar los cálculos de ingeniería más adelante en capítulo de ingeniería.

2.4.1 Presión de trabajo

La presión de generación y distribución del vapor está determinada por el equipo de mayor presión que tengamos en nuestra planta.

Para realizar la selección de la presión de trabajo de funcionamiento de la planta tomar en consideración los siguientes 03 puntos.

- Presión Requerida en el punto de utilización o sector.
- Caída de presión a lo largo de la tubería debida a la resistencia al paso del fluido.
- Perdidas de calor en la tubería

2.4.1.1 Reducción de la presión

La forma convencional de reducir la presión de trabajo en el punto de utilización es un equipo denominado estación reductora de presión.

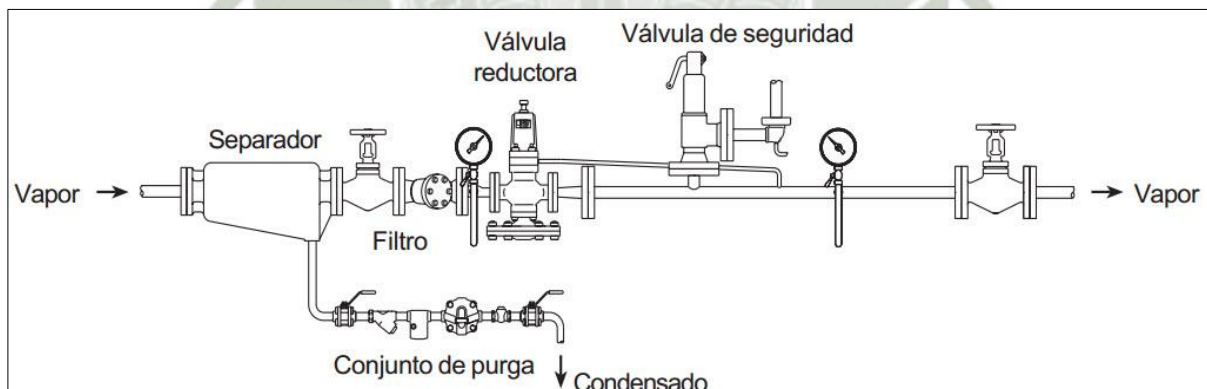


Ilustración II-6 Estación reductora de presión (Spirax Sarco)

Podemos ver (Ilustración II-6) donde tenemos los elementos que constituyen una estación reductora de producción.

- Separador
- Conjunto de Purga

- Válvula de aislamiento. Ingreso y Salida
- Manómetros Ingreso y Salida
- Filtro

2.4.2 Dimensionamiento de tuberías

En el dimensionamiento de tuberías en las redes de vapor debemos tener precaución con sobredimensionar o subdimensionar las tuberías. Podemos realizar los cálculos basándonos en dos características.

- Velocidad del Flujo
- Caída de Presión

2.4.2.1 Efectos del sobredimensionado y subdimensionado de tuberías

Sobredimensionar

- Las tuberías serán más caras de lo necesario.
- Se formará un mayor volumen de condensado a causa de las mayores pérdidas de calor.
- La calidad de vapor y posterior entrega de calor será más pobre, debida al mayor volumen de condensado que se forma.
- Los costes de instalación serán mayores

Subdimensionar

- La velocidad del vapor y la caída de presión serán mayores, generando una presión inferior a la que se requiere en el punto de utilización.
- El volumen de vapor será insuficiente en el punto de utilización.

- Habrá un mayor riesgo de erosión, golpe de ariete y ruidos, a causa del aumento de velocidad.

2.4.2.2 Estándares y espesores de tubería

- El estándar de tuberías más utilizado es del American Petroleum Institute (API) dónde las tuberías se clasifican según el espesor de pared de tubería, llamado Schedule.

2.4.2.3 Método de dimensionamiento

- Dimensionado de tuberías según la velocidad del vapor
- Dimensionado de tuberías según la caída de Presión
- Dimensionado de tuberías más largas y de mayor diámetro

Las consideraciones generales para el sistema de distribución del vapor fueron tomadas de la guía de referencia técnica (Spirax Sarco, 1999)

2.4.3 Derivaciones

Las derivaciones transportarán el vapor más seco siempre que las conexiones tomen el vapor de la parte superior de la tubería principal. Si la toma en lateral, o peor aún, de la parte inferior, transportarán el condensado, comportándose como un pozo de goteo. El resultado de esto es un vapor húmedo que llega a los equipos. (Junta de Castilla y León y DEA INGENIERIA, 2010, pág. 23)



Ilustración II-7 Derivación tubería principal (Spirax Sarco)

Podemos ver (Ilustración II-7) la manera correcta de realizar una derivación de una tubería principal, debemos tener en claro esta consideración ya que podría causar una mala calidad de vapor a la llegada de un equipo de la planta. “Es importante recordar que las derivaciones son normalmente mucho más cortas que las líneas de distribución principales.” (Spirax Sarco, 1999, pág. 21)

2.4.3.1 Conexiones de derivaciones

Las derivaciones que se realicen de la tubería principal transportarán el vapor más seco eso quiere decir con mayor calidad siempre que las conexiones tomen el vapor de la parte superior de la tubería principal que es de la manera correcta podemos observar el detalle (Ilustración II-8)

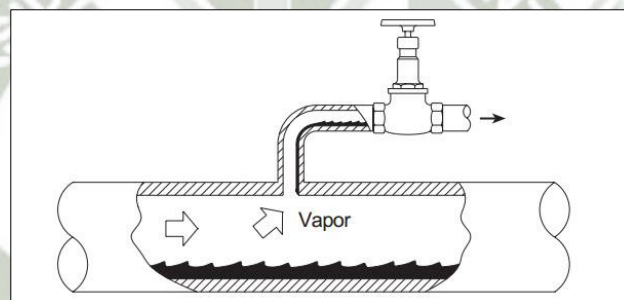


Ilustración II-8 Derivación de tubería correcta (Spirax Sarco)

Observamos (Ilustración II-9) la manera incorrecta de hacer una derivación lo cual provoca el arrastre del condensado junto con el vapor, el vapor que llega a los equipos finales húmedo.

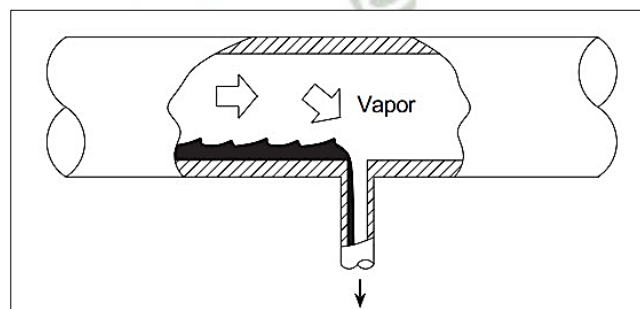


Ilustración II-9 Detalle derivación Incorrecta (Spirax Sarco)

2.4.3.2 Elevación del terreno y purga

Cuando tengamos un terreno con una inclinación ascendente el condensado se verá inducido a correr hacia abajo a contracorriente del vapor por lo cual deberemos de utilizar el siguiente arreglo (Ilustración II-10) la distancia entre puntos de purga debe de ser a 15m.

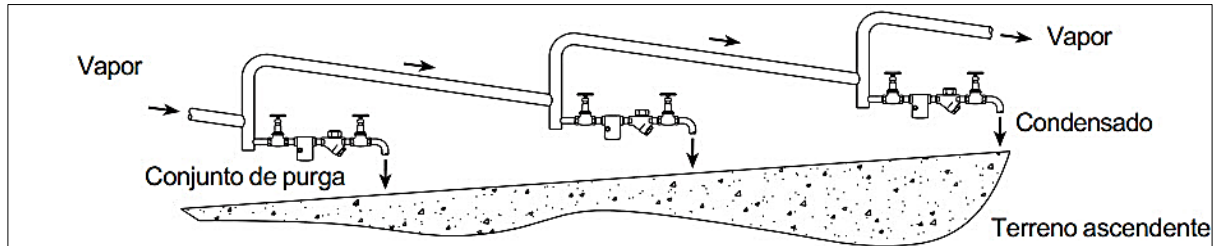


Ilustración II-10 Arreglo Tuberías en terreno ascendente (Spirax Sarco)

2.4.4 Separadores de gotas

Son accesorios de tubería que provocan, por su geometría, la deposición de las gotas que arrastra el vapor. Suelen tener una geometría laberíntica. Al final del recorrido y en su parte más baja, están dotados de una salida para el líquido separado del vapor. El vapor saliente de este tipo de trampa, lo hace libre de gotas de agua. (Junta de Castilla y León y DEA INGENIERIA, 2010, pág. 15)

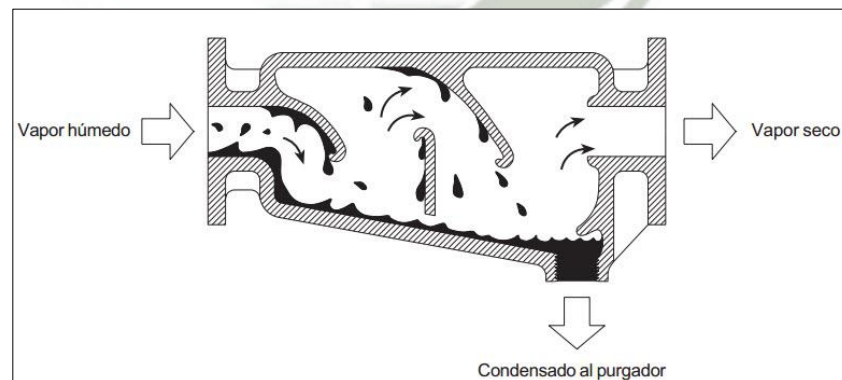


Ilustración II-11 Separador de gotas (Spirax Sarco)

Viendo (Ilustración II-11) podemos ver como las gotas suspendidas en el vapor caen esto hace que el vapor tenga menor humedad. Estos equipos provocan caída de presión.

2.4.5 Golpe de ariete

El golpe de ariete se produce cuando el condensado en lugar de ser purgado en los puntos bajos del sistema, es arrastrado por el vapor a lo largo de la tubería, y se detiene bruscamente al impactar contra algún obstáculo del sistema. (Spirax Sarco, 1999, pág. 21)

Podemos apreciar (Ilustración-II-12) las gotas de condensado acumuladas a lo largo de la tubería con el tiempo forman una bolsa de agua que será arrastrada por la tubería a la velocidad del vapor. El agua como sabemos es incomprensible y a la velocidad del vapor tendrá una energía cinética considerable, esa energía cinética se convierte en un golpe de presión contra cualquier obstáculo que encuentre puede romperlo con un efecto explosivo.

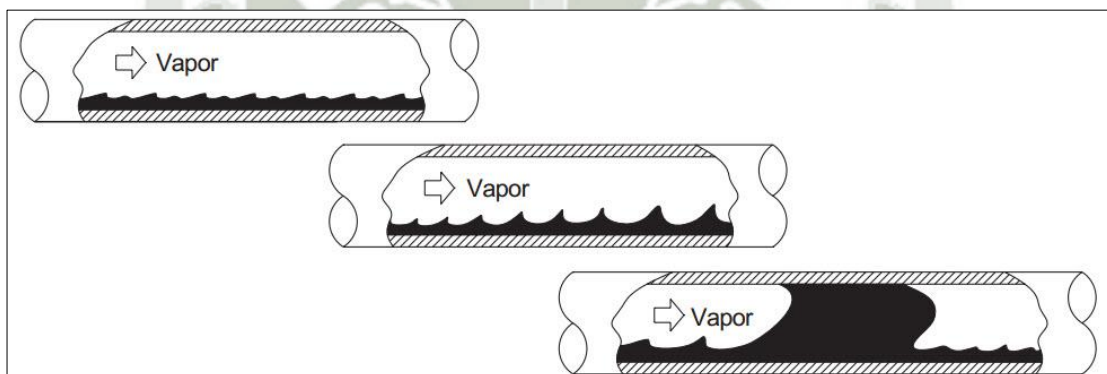


Ilustración II-12 Formación de bolsa sólida de agua (Spirax Sarco)

A continuación, fijemos (Ilustración II- 13) las fuentes de golpe de ariete son pandeos en la línea de vapor, uso incorrecto de reductores concéntricos, filtros y purga inadecuada en las líneas de vapor.

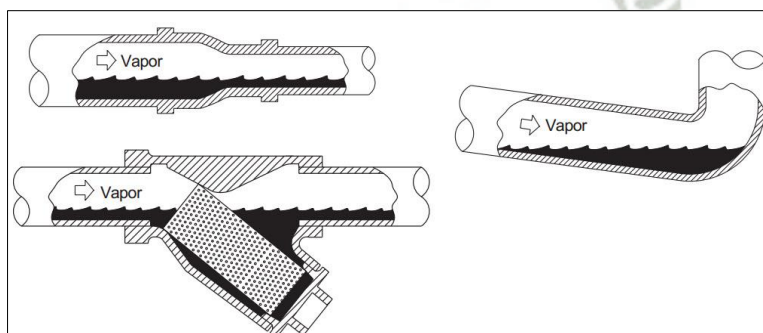


Ilustración II-13 Fuentes de problemas de golpe de ariete (Spirax Sarco)

2.4.6 Filtros

La suciedad puede afectar a las válvulas de control y a los purgadores. Es extremadamente fácil y económico montar un filtro en una tubería, y el bajo coste de hacerlo dará beneficios a través de la vida de la instalación. La suciedad se retiene, y el mantenimiento se reduce. (Spirax Sarco, 1999, pág. 41)

Colocar filtros como (Ilustración II-14) dentro de nuestra red de planta de vapor nos sale más económico que realizar el mantenimiento de válvulas de control o purgadores que se desgasten por la suciedad que no controlemos.

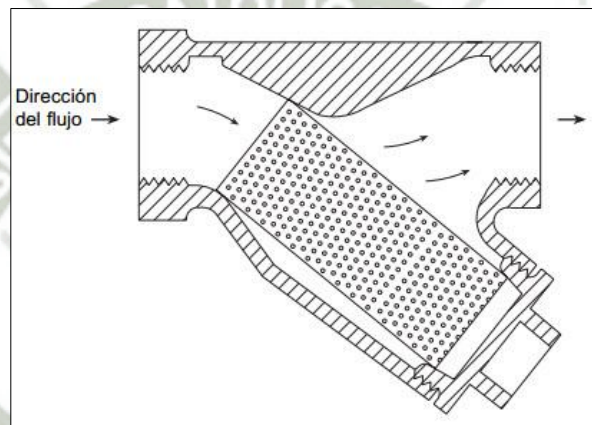


Ilustración II-14 Filtro en Y (Spirax Sarco)

2.4.7 Purgadores

Un purgador es un accesorio que permite evacuar los condensados formados en el circuito de vapor, fuera de éste y conduciéndolos a la línea de recuperación de condensados .es parte esencial en un sistema de vapor. Un purgador debe:

- Extracción del condensado
- Eliminación del aire
- Rendimiento Térmico
- Eliminación Otros gases incondensables
- Fiabilidad

Si el purgador cumple con las funciones antes mencionadas el vapor vivo alcanzara su destino permitiendo haga su trabajo.

2.4.7.1 Tipos de purgador

“Se dará cuenta que un solo tipo de purgador no puede ser la selección correcta para todas las aplicaciones” (Spirax Sarco, 1999, pág. 7)

2.4.7.1.1 Purgadores Termostáticos

Su funcionamiento se basa con cambios de temperatura, capta la temperatura y posiciona la válvula en relación al asiento para descargar el condensado. La temperatura del vapor varía según la presión. Entre esta clase tenemos:

- Purgador de Expansión Líquida
- Purgador de Presión Equilibrada
- Purgador Bimetálico

2.4.7.1.2 Purgadores Mecánicos

Su funcionamiento se basa con cambios de densidad del fluido, La diferencia de densidad entre el vapor y el condensado. Entre esta clase tenemos:

- Purgador de Boya Cerrada
- Purgador de Cubeta Invertida

2.4.7.1.3 Purgadores Termodinámicos

Su funcionamiento se basa por cambios de dinámica en el fluido, El funcionamiento de los purgadores termodinámicos depende en gran medida de la capacidad de formación de revaporizado del condensado. Entre esta clase tenemos:

- Purgador termodinámico

- Purgadores de Impulso
- Purgadores de Laberinto
- Placa y orificio

2.4.7.2 Selección de Purgadores

Debemos de tener un especial cuidado con la selección de los purgadores. (Junta de Castilla y León y DEA INGENIERIA, 2010) Indica tomar las siguientes consideraciones:

- El purgador debe descargar en una banda muy próxima a la temperatura de saturación. Esto significa que a menudo la elección está entre purgadores mecánicos, como los de boya o de cubeta invertida, y los purgadores termodinámicos.
- Cuando las tuberías discurren por el exterior de edificios y existe la posibilidad de heladas, el purgador termodinámico es el más adecuado porque, aunque se pare la línea y se produzcan heladas, el purgador termodinámico se descongela sin sufrir daños cuando se vuelve a poner en marcha la instalación.
- Los purgadores de boya son la primera elección para evacuar el condensado de los separadores porque alcanzan altas capacidades de descarga y su respuesta es casi inmediata a los aumentos rápidos de caudal.
- Los purgadores termodinámicos son también adecuados para purgar líneas de gran diámetro y longitud, especialmente cuando el servicio es continuo. Los daños causados por las heladas son, en consecuencia, menos probables. (pág. 25)

Resumen para selección de Purgadores:

- Deben instalarse las tuberías de manera que descendan en la dirección del flujo, con una pendiente no inferior a 40 mm por cada 10 m de tubería.
- Las líneas de vapor deben purgarse a intervalos regulares de 30 - 50 m, así como en cualquier punto bajo del sistema.

- Para instalar un punto de purga en un tramo recto de tubería, deberá utilizarse un pozo de goteo de gran tamaño, que pueda recoger el condensado.

2.4.7.3 Recomendaciones de fabricantes

En la selección de Purgadores tenemos recomendaciones de los mismos fabricantes de equipos de purga los cuales nos dan tablas para realizar una selección adecuada para nuestra red de vapor y para todas las aplicaciones específicas que en el diseño.

2.4.8 Eliminación de aire

Por conocimiento de diseño térmico sabemos de qué en un sistema de vapor el aire está mezclado con vapor y fluyen juntos esto es algo indeseable porque afecta al performance de transmisión de calor.

En la siguiente (Tabla II-3) podemos observar la conductividad Térmica de algunos materiales que estarán dentro de nuestro diseño.

Tabla II-3 Conductividad térmica de materiales

| Material | Conductividad Termica [W/m K] |
|----------|----------------------------------|
| Aire | 0.025 |
| Agua | 0.600 |
| Hierro | 75.000 |
| Cobre | 390.000 |

Fuente: Spirax Sarco

Interpretando la (Tabla II-3) podemos darnos cuenta que una película de aire de tan solo 1mm de grosor produce la misma resistencia que un espesor de cobre de 300 mm. Para un mejor entendimiento de lo antes mencionado fijemos en la siguiente (Ilustración II-15). Donde claramente se muestra una caída despreciable sin capa de aire, pero fijemos en la ilustración de abajo como se muestra una caída notable de la transferencia de calor y justamente tenemos que evitar esto realizando una selección correcta de purgadores y eliminadores de aire.

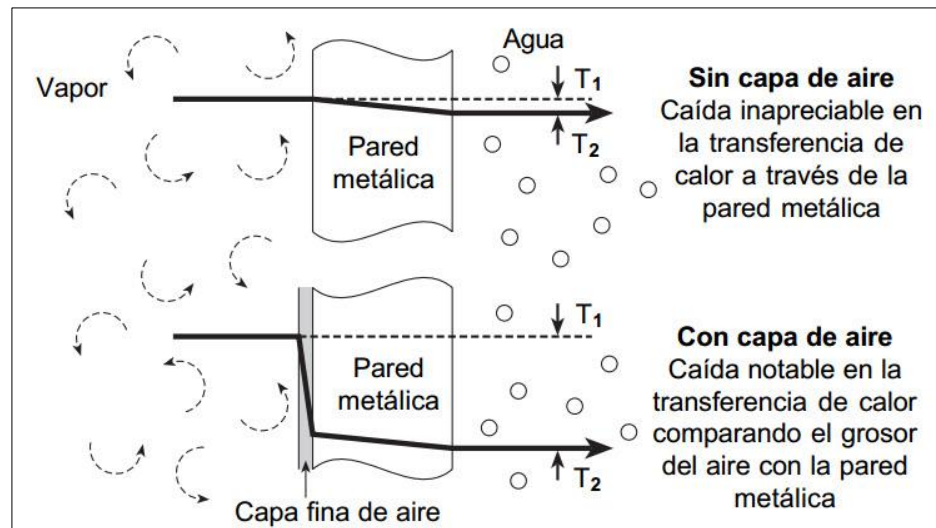


Ilustración II-15 Como el aire afecta la transferencia de calor (Spirax Sarco)

La transferencia de calor depende de otros factores como los indicados en la siguiente ilustración II-16 esto es para sistemas que ya se encuentran en operación.

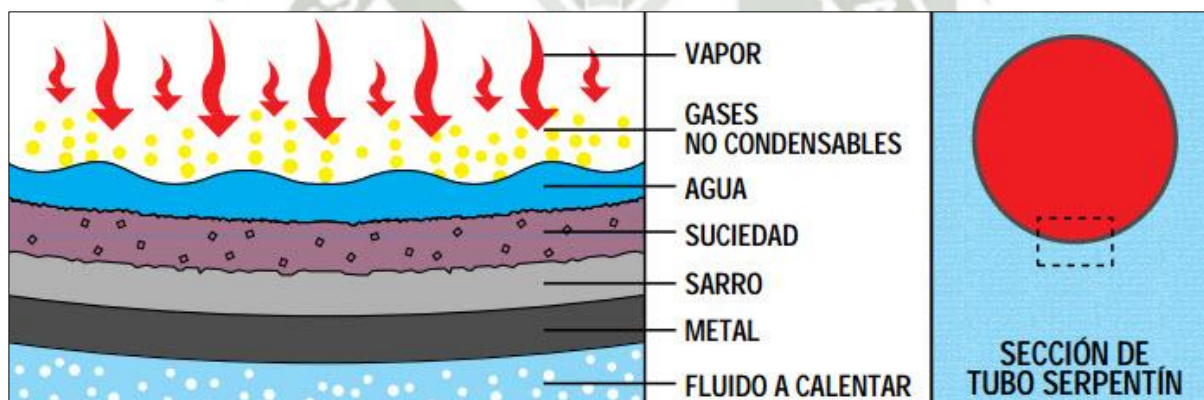


Ilustración II-16 Factores que también afectan la transferencia de calor (Armstrong)

2.4.9 Componentes principales de sistemas de distribución del vapor

Podemos realizar mención de los componentes principales que conforma un sistema de distribución de vapor.

- Cabezal O Manifold de Vapor
- Tuberías Principales
- Tuberías Secundarias

- Válvulas (compuerta, globo, reductoras de presión, reguladoras de temperatura, válvulas de seguridad)
- Juntas De Dilatación
- Coladores O Filtros
- Visores
- Uniones Universales
- Bridas
- Manómetros
- Anclajes
- Piernas Colectoras

2.5 SISTEMA DE RETORNO DE CONDENSADO

En una red de vapor, cuando el vapor generado transfiere su calor a través de intercambiadores de calor o demás equipos, este cambia a la fase líquida, al cual llamamos condensado ver en la ilustración II-16 de color Celeste.

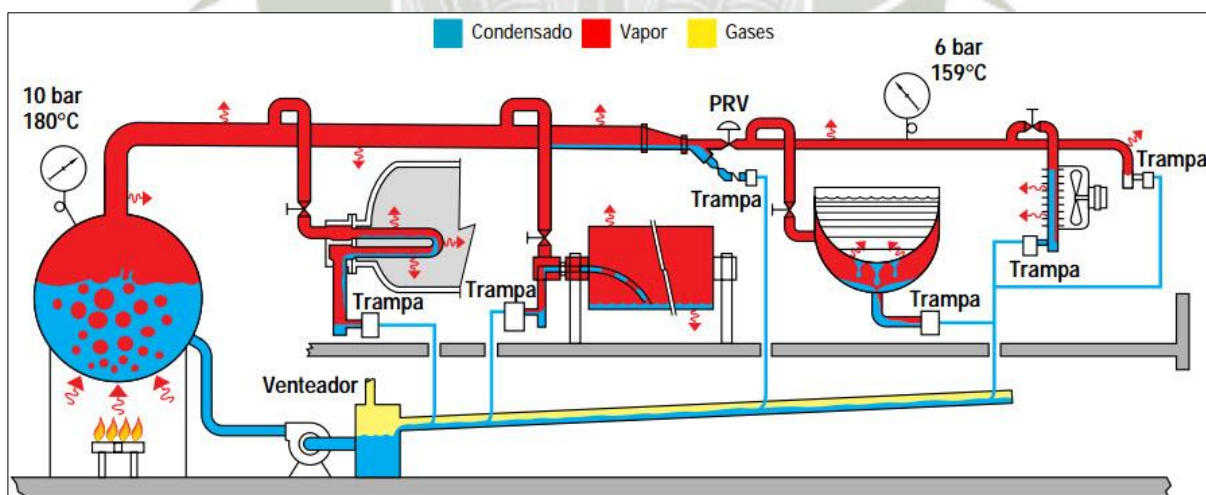


Ilustración II-17 Sistema de retorno de condensado(Armstrong)

Cuando se realiza la transferencia de calor a partir de vapor saturado, esta entrega su calor o entalpia de la evaporación que representa la mayor proporción del calor total que el

vapor contiene, el resto de calor en el vapor, es retenido en el condensado como calor sensible o entalpia del agua para poder entender estos conceptos ayudémonos (Ilustración II-15)



Ilustración II-18 Etapas de vapor saturado (Spirax Sarco)

Debemos entender también que teóricamente cuando 1 Kg de vapor se condensa completamente, se obtiene 1 Kg de condensado a la misma presión y temperatura.

Para que nuestro sistema Térmico de generación de vapor sea eficiente debemos de recuperar o reutilizar el condensado, no hacerlo es una pérdida de recursos financieros el condensado tiene aún una energía contenida que debe ser aprovechada y no desperdiciada.

2.5.1 Razones por las cuales se debe de recuperar el condensado

2.5.1.1 Razones Financieras

2.5.1.1.1 Costo de combustible y de tratamiento de aguas.

El volumen de condensado que no retorna al sistema debe ser reemplazo en la caldera, por un nuevo volumen de agua fría, con los correspondientes costos asociados que se requieren para tratarla y también de combustible para calentarla desde su temperatura ambiente hasta llevarla a vapor.

En la medida que se entrega agua fría al alimentador de la caldera, se reducirá la razón de vaporización de esta, por lo tanto, mientras más baja la temperatura del agua de

alimentación, mayor es el calor necesario, y por ende mayor gasto de combustible para calentar el agua.

El condensado es agua destilada, que contiene muy pocos “sólidos disueltos totales” (TDS) ya que ya fue tratada una vez.

Las calderas tienen que ser purgadas para reducir su concentración de sólidos disueltos en el agua de la caldera. Devolver más condensado al estanque de alimentación, reduce la necesidad de purgas y por lo tanto disminuye las pérdidas de energía de la caldera. (Spirax Sarco, 2010)

2.5.1.1.2 Costo suministró de agua

El condensado que se descarga al drenaje de aguas, necesita ser sustituido por una misma masa de agua tratada lo que implica en incurrir en costos adicionales, por el suministro de agua, el condensado es un recurso valioso y hasta la recuperación de pequeñas cantidades es a menudo más económicamente justificable. (Spirax Sarco, 2010)

2.5.1.1.3 Razones medio ambientales

De acuerdo a la norma vigente echar aguas residuales por encima de los 35 C, AL sistema de alcantarillado, es considerado perjudicial para el medio ambiente. el condensado por sobre esta temperatura debe ser enfriado antes de que sea descargado, lo que implica incurrir en gastos adicionales de energía

2.5.2 Tuberías de retorno de condensado

Respecto al cálculo de tuberías para el retorno de condensado debemos tener en cuenta los factores que influyen tomamos algunas consideraciones que realiza la compañía Armstrong

El determinar los tamaños de las tuberías de retorno de condensados presenta ciertos problemas que son diferentes a los presentes en tuberías de vapor o agua. El problema más importante es la necesidad de lidiar con vapor flash o secundario. Una tubería de retorno

debe de ser capaz de llevar condensado y vapor flash, pero el volumen del vapor flash es varias veces mayor que el volumen de condensado.

Tuberías de retorno de condensado deben de diseñarse para que tengan una velocidad razonable y una caída de presión aceptable. Factores adicionales que también deben de considerarse, dependiendo en las condiciones del agua, son: suciedad, atascamientos, corrosión y erosión (Armstrong, 1998, pág. 49)

2.6 SOPORTES PARA TUBERIAS Y DILATACION

Acerca de los soportes para tubería y la dilatación por los cambios de temperatura que estarán presente en nuestro sistema térmico tomaremos consideraciones de fabricantes de equipos para esta aplicación.

Todos los materiales incluidos los tubos experimentan cambios dimensionales como resultado de las variaciones de temperatura, Las tuberías sujetas a cambios de temperatura se colocan en un estado de tensión, porque ejercen fuerzas reactivas y momentos potencialmente peligrosos en los componentes o el equipo.

Existen 03 métodos para absorber este movimiento de tuberías

- Montar una junta de expansión
- Montar un sistema flotante para que la tubería pueda moverse en la dirección deseada con el uso de un sistema de anclaje y/o guiado, si fuera necesario, teniendo en cuenta la capacidad de conexión de los ramales o los cambios de dirección que puedan provocar momentos de flexión peligrosos
- Utilizar las capacidades de movimiento o deflexión lineal de acoplamientos ranurados flexibles

La elección de uno de estos métodos depende básicamente del tipo de sistema de tuberías y preferencia del diseñador. (Victaulic Company, 2002, pág. 2)

2.6.1 Dilatación

Para determinar la dilatación de las tuberías de vapor podemos realizarlo con un cálculo o alternativamente podemos utilizar tablas.

$$\text{Dilatacion} = L * \Delta T * \alpha$$

Donde:

L = Longitud de tuberías entre Anclajes (m)

ΔT = Diferencia de temperatura °C

α = Coeficiente de Dilatacion (mm/m °C) * 10^{-3}

2.6.2 Flexibilidad de la tubería

La tubería debe ser suficientemente flexible para adaptarse a los movimientos de los componentes. Cuando el condensado de una línea de transporte es drenado por el purgador a una línea de retorno que discurre paralela a la línea de vapor, debe tenerse en cuenta la diferencia de dilataciones ilustración II-19.

Esta diferencia es debida al cambio de temperaturas o al índice de dilatación del material de las tuberías. La línea de vapor estará a una temperatura mucho más alta que la de retorno de condensado y los dos puntos de conexión tendrán un movimiento relativo durante el calentamiento del sistema antes de calentarse (Spirax Sarco, 1999, pág. 37)

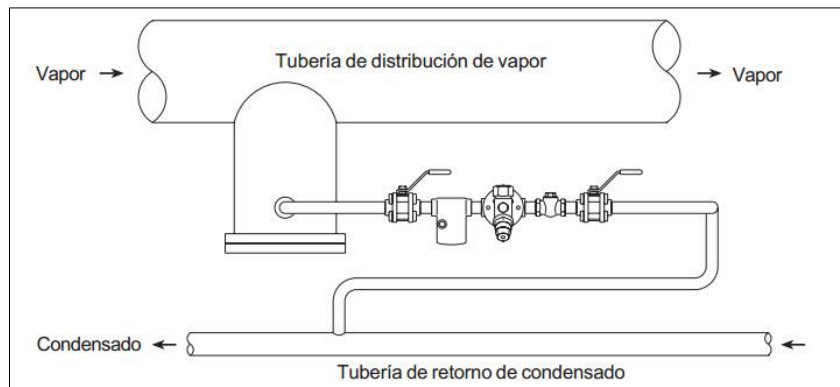


Ilustración II-19 Flexibilidad en la conexión en línea de condensado (Spirax Sarco)

Las tuberías verticales deben soportarse adecuadamente en la base, para aguantar todo el peso de la tubería. Las derivaciones de las tuberías verticales no deben utilizarse como medio de soporte de la tubería, ya que esto causaría excesivos esfuerzos sobre las uniones en ‘T’. Todos los soportes deben estar específicamente diseñados para adaptarse al diámetro exterior de la tubería en cuestión. No conviene utilizar soportes de tubería sobredimensionados (Spirax Sarco, 1999)

- Juntas de Expansión Axial (Debe ser guiada en ambos lados)

2.6.3 Guías para tuberías

Las guías deben de orientar el sentido de la dilatación axial de la tubería y al mismo tiempo deben evitar las posibilidades de pandeo. Vemos en la ilustración II-20 algunos tipos de Guías convencionales.

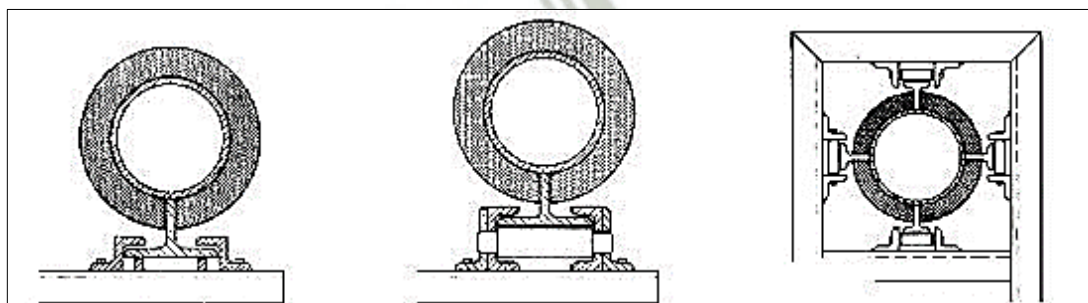


Ilustración II-20 Guías para tuberías vapor.

2.7 SISTEMA DE AISLAMIENTO Y PERDIDAS ENERGETICAS EN LA REDES DE VAPOR

2.7.1 Transmisión de calor

Cuando existen dos focos de calor a distintas temperaturas, se produce un flujo calorífico desde el foco más caliente hacia el más frío, hasta que se alcanza el equilibrio térmico, es decir la igualdad de temperaturas para ambos focos. (Junta de Castilla y León y DEA INGENIERIA, 2010)

Tenemos tres modos de intercambio de calor entre dos focos:

2.7.1.1 Conducción.

Es típica de los sólidos. La elevación de temperatura aumenta la excitación de las moléculas. Esta excitación se transmite de unas a otras en la dirección de la zona más caliente (más excitada) a la más fría (menos excitada).

2.7.1.2 Convección.

Es típica de los fluidos. Las moléculas en contacto con un cuerpo a temperatura más alta se calientan, disminuyendo su densidad y desplazándose por gravedad. Si a su vez entran en contacto con un cuerpo más frío, ceden calor, aumentan su densidad y se desplazan en sentido contrario, formándose así un ciclo de convección.

2.7.1.3 Radiación.

Todos los cuerpos emiten radiación en forma de calor y la cantidad que emiten aumenta con su temperatura. La radiación está constituida por ondas electromagnéticas de diferentes frecuencias. Mientras las dos formas de transmisión anteriores (conducción y convección) necesitan de un soporte material; la transmisión por radiación puede realizarse en el vacío. (Junta de Castilla y León y DEA INGENIERIA, 2010)

2.7.2 Perdidas Térmicas

La transmisión de calor desde una tubería caliente hacia el ambiente se produce mediante los tres modos de intercambio que acaban de verse en el apartado

- Se presentará transmisión por conducción, tanto en la propia pared de la tubería, como en el aislante que la rodea si es el caso.
- Por otro lado, tendremos una superficie exterior que emitirá radiación hacia el ambiente por el hecho de estar a una temperatura superior a este.
- Por fin, entre el fluido que circula por la tubería y la pared interna de la tubería, así como entre la pared externa de la tubería o aislante y el aire ambiente exterior, se producirá una transmisión por convección.

La resistencia Total

$$R = R_{pi} + R_c + R_{pe}$$

Donde:

R_{pi} = Resistencia pared Interior

R_c = Resistencia conduccion

R_{pe} = Resistencia pared Exterior

2.7.3 Cálculo del espesor de aislamiento óptimo más rentable

Sin embargo, la mayor parte de las inversiones en aislamiento tienen un carácter marcadamente económico que tiene su origen en la limitación de las pérdidas de calor cuando las tuberías discurren por recintos a temperaturas muy diferentes a las ambientales. Por ello para elegir adecuadamente un aislamiento es necesario introducir conceptos económicos que generalmente se fijan sobre todo en el término espesor.

El planteamiento teórico es sencillo:

Las pérdidas de energía disminuyen con un aumento del espesor de aislamiento, de acuerdo con fórmulas conocidas.

El aumento del espesor de aislamiento supone incremento de la inversión para su compra e instalación, aunque esto no tiene unas leyes determinadas de crecimiento.

Existen además otros componentes del coste global como son los gastos de mantenimiento.

Representando gráficamente estos conceptos para la unidad específica (p.e. m^2 de superficie aislada) y para un período de tiempo previsto de amortización, se tendrá:

- Inversiones en función del espesor de aislamiento «d».
- Pérdidas energéticas + gastos de mantenimiento para el período considerado, en función también de «d».

El coste total empresarial será, para cada espesor de aislamiento, la suma de los valores de ambas curvas.

El coste total será mínimo para un espesor determinado, precisamente el espesor óptimo económico « d_{opt} ». (Junta de Castilla y León y DEA INGENIERIA, 2010)

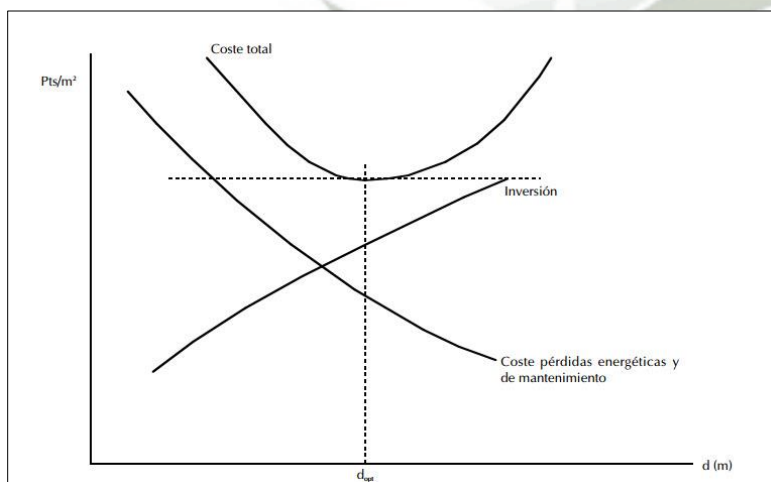


Ilustración II-21 Espesor Económico (Manual de aislamiento en la industria)

2.7.4 Ilustraciones de Aislamiento

A continuación, vemos las siguientes ilustraciones la manera de aislar algunos accesorios de nuestra de red de vapor.

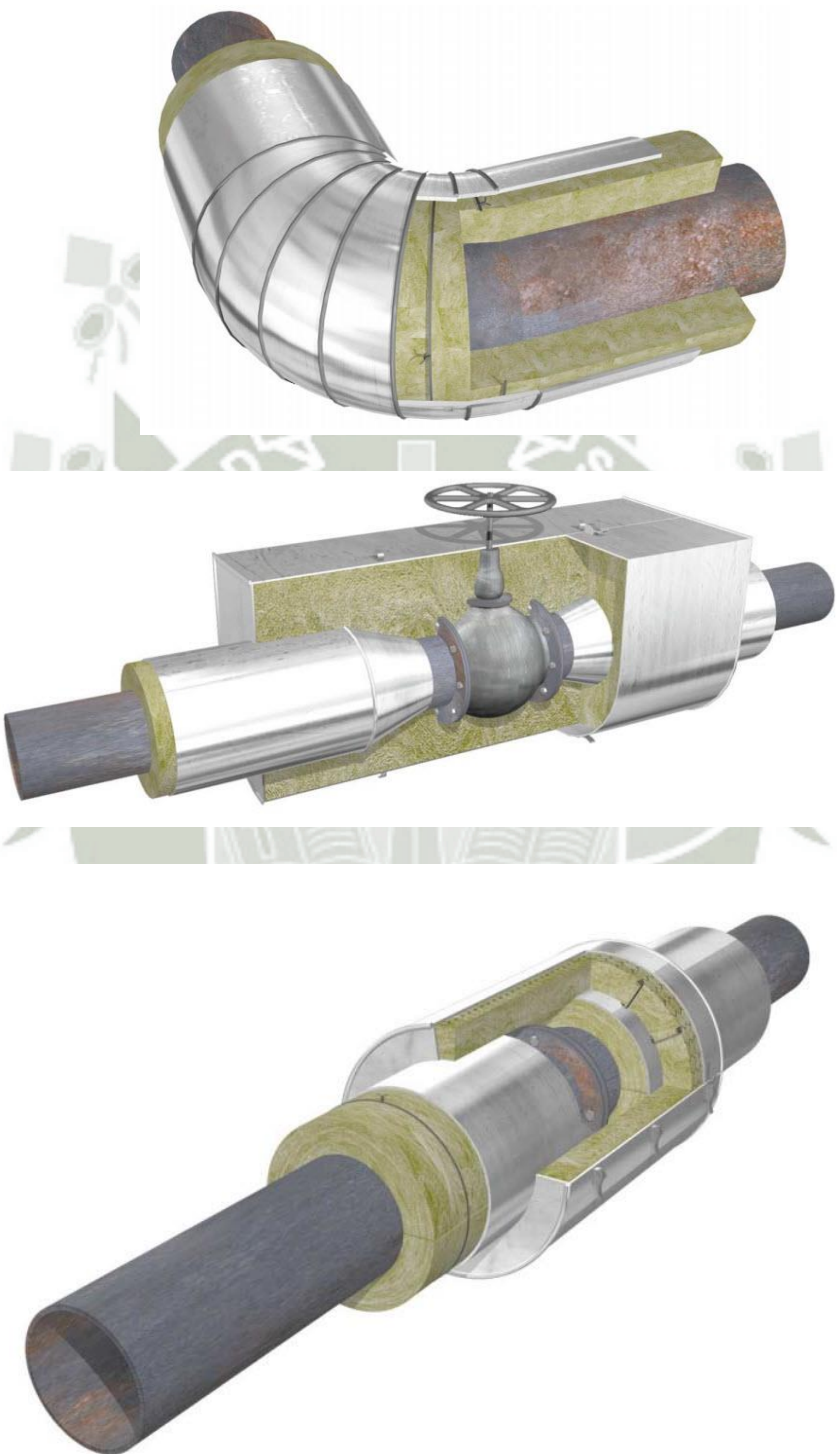


Ilustración II-22 Aislamiento en red de vapor (Manual de aislamiento en la industria)

2.8 SERVICIOS QUE NECESITAN SUMINISTRO DE VAPOR

En esta parte procedernos a explicar cuáles son aquellos servicios de un Hospital que necesitan de vapor para su correcto funcionamiento de la manera más óptima y confiable.

2.8.1 Servicio de cocina hospitalaria centralizada

2.8.1.1 Objetivos

Como objetivo que tiene este servicio son múltiples el principal podría ser definido como “Es el Servicio encargado y responsable de elaborar y suministrar una restauración parcial o total a los internados y personas centralizadas” (Guelbenzu Morte & Dueñas Alvarez, 1990, pág. 16)

2.8.1.2 Áreas físicas de cocina:

- Sección de recepción de materia prima
- Sección de almacenamiento
- Sección de preparación
- Sección de elaboración o zona de cocción
- Sección de emplatado
- Sección de distribución

2.8.1.3 Flujograma de área cocina

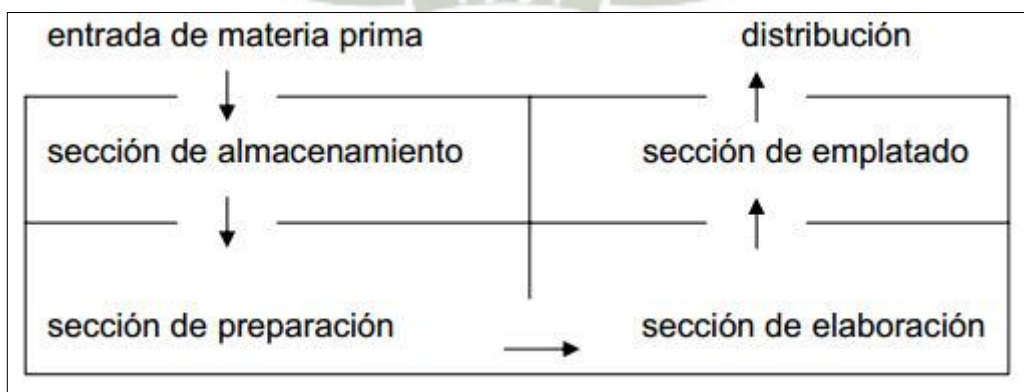


Ilustración II-23 Flujograma área cocina (Cocina hospitalaria centralizada)

2.8.1.4 Equipos del servicio de cocina hospitalaria centralizada

Entre los principales Equipos de Cocina Tenemos:

- Marmita a Vapor (Podemos Ver la Ilustración II-25)
- Freidora a Vapor



Ilustración II-24 Marmita a vapor (Electrolux)

Las Marmitas para la preparación en una institución Hospitalaria deben de ser Muy Higiénicas si es posible contar con lavado automático.

2.8.2 Servicio de central de esterilización

2.8.2.1 Objetivos

El objetivo de la esterilización de los Productos Sanitarios es el de eliminar cualquier posible riesgo transmisión de infección que pudiera asociarse a su uso. La esterilidad significa la ausencia de todos los microorganismos viables. (Asociación Francesa de Esterilización (AFS), 2010, pág. 1)

2.8.2.2 Áreas físicas de esterilización

Zona para almacenaje de Producto estériles:

- Almacenaje de suministros estériles validados;
- Almacenaje de carros y cubetas de transporte;
- Administración de emergencia.

El diseño de una Central de Esterilización debe tomar en cuenta muchos aspectos: diseño adecuado de las distintas áreas en el interior de la Central, selección del equipo apropiado y comprensión de las necesidades de las salas de operaciones

Normas generales:

El Funcionario que realice la labor de Operador de Esterilizadores Autoclaves debe tener los siguientes cursos de capacitación:

- Capacitación específica de la autoclave que opera, entregada por el proveedor del esterilizador.
- Capacitación como operador de autoclaves de vapor.
- Certificación del SESMA como operador de autoclaves de vapor
- La persona responsable de manejar los Autoclaves debe ser exclusivamente el operador de máquina

2.8.2.3 Flujograma área de esterilización

Mostramos a continuación una distribución sencilla de cómo debe de ser una unidad de esterilización y cómo va el proceso en línea bajo el concepto de Marcha adelante.

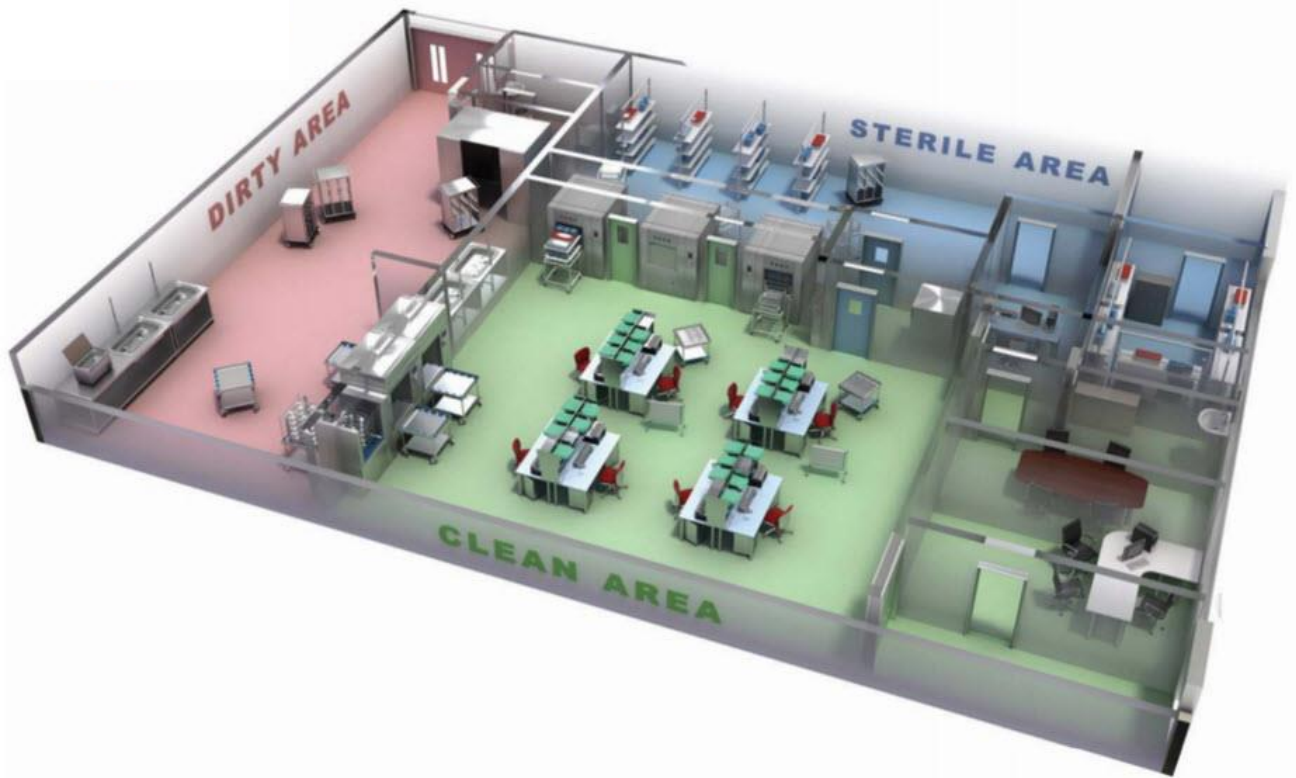


Ilustración II-25 Distribución Áreas de Esterilización (www.tuttbauer.com)

2.8.2.4 Equipos servicio de esterilización

En equipos de esta área tenemos el Esterilizador (Ilustración II-28) el cual se debe calcular el volumen a esterilizar en el capítulo de Ingeniería.



Ilustración II-26 Esterilizador para Hospital (www.tuttbauer.com)

2.8.3 Servicio de humidificación y control de humedad hospitalario

2.8.3.1 Objetivos

La climatización de los quirófanos y locales anexos de un Bloque Quirúrgico, necesitan de un tratamiento diferenciado y específico del resto del Hospital. Las características de estos locales, requieren que las condiciones interiores en su conjunto, deban ser uniformes en los quirófanos de cualquier Centro Hospitalario y no depender de situaciones exteriores extremas (Ministerio de Sanidad y Consumo, 1996, pág. 10)

podrían ser:

- Aire exterior contaminado.
- Importantes diferencias de temperatura exterior a lo largo del día.
- Significativas variaciones de humedad relativa exterior.
- Nivel sonoro exterior muy elevado.
- Inadecuada ubicación del Bloque Quirúrgico

2.8.3.2 Condiciones interiores criterios técnico humidificación aire

- Temperatura Interior
- Humedad
- Filtración
- Nivel de Ruido
- Presurización

2.8.3.3 Flujograma de humidificación y control de humedad hospitalario equipos

Se realizará directamente a las salas de Operación y Obstetricia.

2.8.3.4 Equipos de humidificación y control de humedad hospitalario

En los equipos de Humidificación tenemos un distribuidor directo de vapor al climatizador o a los conductos

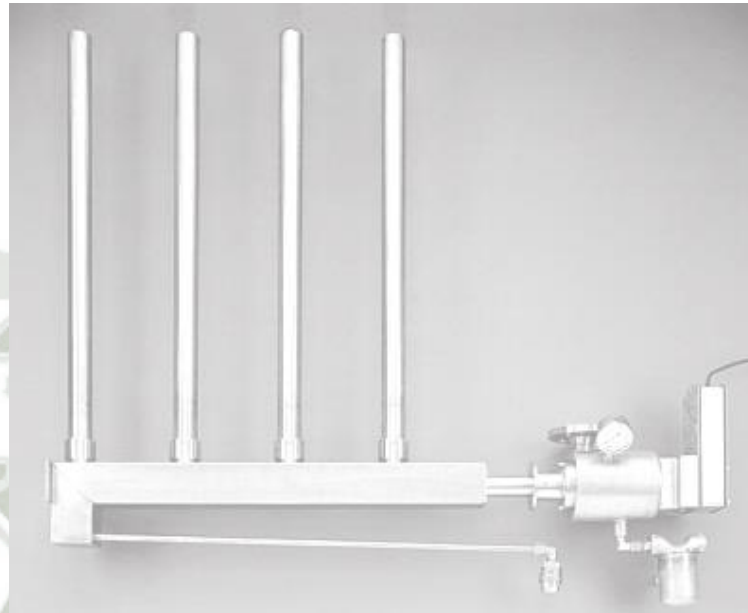


Ilustración II-27 Distribuidor directo de vapor (Condair)

2.8.4 Servicio de desechos hospitalarios

2.8.4.1 Objetivos

El manejo de los residuos sólidos presenta una diferencia fundamental con relación a los residuos líquidos; toda vez que, desde el punto de origen se mantiene un contacto directo con el personal responsable del manejo y en general en forma indirecta con la población hospitalaria. Los procesos operativos para el manejo de los residuos sólidos redundan en la presencia de un riesgo permanente que puede movilizarse por todo el hospital durante las etapas de generación, almacenamiento (primario, intermedio y final), transporte interno y tratamiento. (Ministerio de Salud Peru, 2004)

La norma brasilera “Residuos de Servicios de Salud” de la Asociación Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) del año 1994 clasifica a los residuos en tres categorías:

- Clase A: Residuo Biocontaminado
- Clase B: Residuo Especial;
- Clase C: Residuo Común.

2.8.4.2 Áreas físicas de desechos hospitalarios

Las etapas que conforman el manejo de los residuos sólidos y que se utilizan desde la generación hasta la disposición final, son las siguientes:

- Acondicionamiento;
- Segregación y Almacenamiento Primario;
- Almacenamiento Intermedio;
- Transporte Interno;
- Almacenamiento Final;
- Tratamiento;
- Recolección Externa;

– Disposición final.

2.8.4.3 Flujograma de desechos hospitalarios

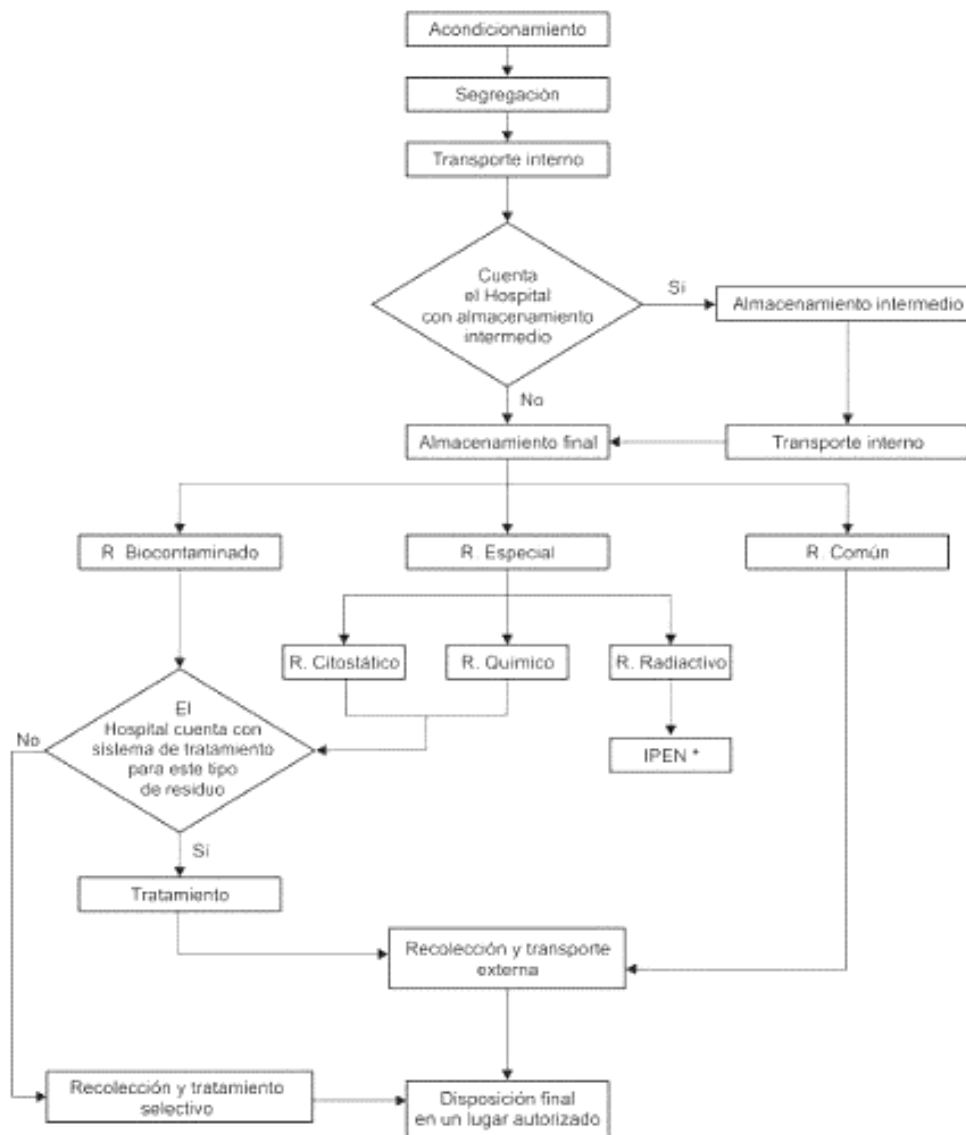


Ilustración II-28 Flujograma de residuos peligrosos (Ministerio de Salud Perú)

2.8.4.4 Equipos del servicio de desechos hospitalarios

Esterilizadores para Desechos Sólidos Hospitalarios ver la Ilustración II-31

El esterilizador de residuos con vapor en el mismo recipiente. El recipiente se mueve gracias a un árbol motor, con potentes hojas de corte/trituración que reducen el tamaño y el volumen de los residuos



Ilustración II-29 Esterilizador y trituradora(Celitron)

2.8.5 Servicio de lavandería hospitalaria centralizada

2.8.5.1 Objetivos

El servicio de Lavandería es el encargado de abastecer de ropa a las diferentes Áreas hospitalarias, asegurando su limpieza y buenas condiciones de uso, así como también proporcionar oportunamente en condiciones higiénicas el vestuario y ropa de cama a los servicios Hospitalarios. (Ministerio de Salud Publica, 2006, pág. 4)

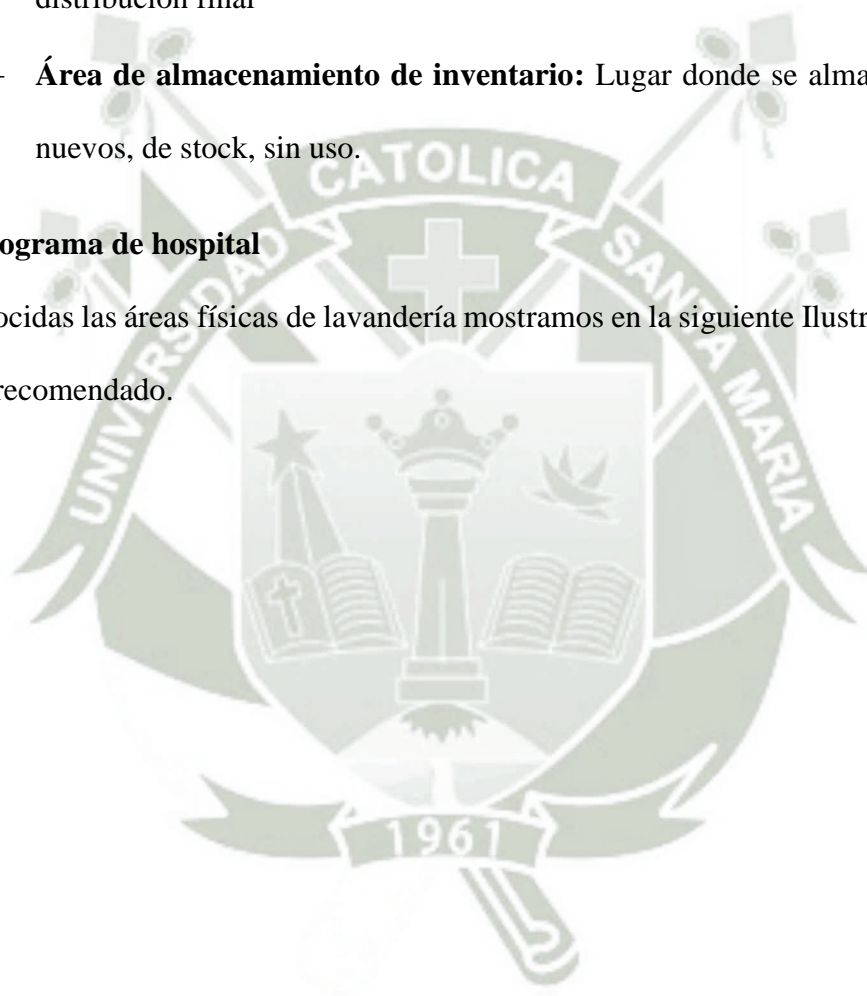
2.8.5.2 Áreas físicas de lavandería

- **Recepción:** Área donde la ropa es recibida en bolsas y aguarda a ser clasificada
- **Área de clasificación:** Lugar donde los textiles son ordenados, por categoría textil y por grado de suciedad y olor.
- **Área de lavado:** Donde los textiles son lavados y equipada de lavadoras.
- **Área de extracción:** Zona donde se extrae el exceso de agua de la ropa después de lavada, pero antes del secado Centrifugado.

- **Área de secado y acondicionamiento:** Área donde después de la extracción de agua, la ropa es acondicionada para el planchado
- **Área de planchado:** Zona donde se plancha la ropa
- **Área de doblado:** Donde se acondiciona y dobla la ropa limpia
- **Área de costura o reparación:** Donde se emparcha y cose la ropa.
- **Área de almacenamiento:** Donde se almacena la ropa limpia hasta su distribución final
- **Área de almacenamiento de inventario:** Lugar donde se almacenan textiles nuevos, de stock, sin uso.

2.8.5.3 Flujograma de hospital

Conocidas las áreas físicas de lavandería mostramos en la siguiente Ilustración II-23 un flujograma recomendado.



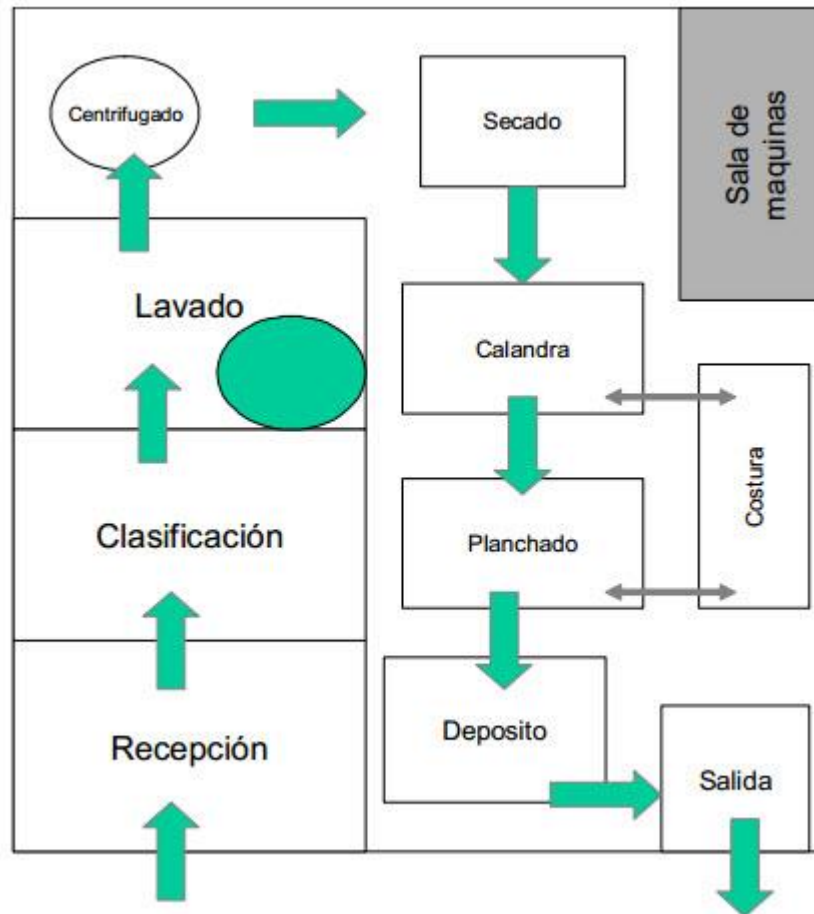


Ilustración II-30 Flujograma de lavandería (Ministerio de Salud de Uruguay)

2.8.5.4 Equipos del servicio de lavandería hospitalaria centralizada

Se nombrarán los equipos que utilicen vapor en Lavandería y capítulos más adelante se dimensionarán y calcular.

- Lavadoras con Barrera Sanitaria (Ilustración II-24)
- Secadoras
- Planchas a vapor industriales
- Calandrias.



Ilustración II-31 Lavadora con barrera sanitaria (Domus)

Podemos observar que este tipo de lavadora es la ideal para un Hospital ya que cumple con los requisitos para poder operar con las exigencias mínimas de un Hospital de categoría II-2 Cuenta con dos puertas para que tenga contacto las prendas limpias con las contaminadas.

2.8.6 Servicio de agua caliente sanitaria

2.8.6.1 Objetivos

Proveer Agua Caliente Sanitaria a todos los servicios específicos del Hospital que lo necesiten. “Una vez producida el agua se distribuye por todo el edificio hasta los puntos de consumo mediante una red de tuberías exclusivas para este servicio” (Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración (ATECYR), 2010)

Debido a la importancia de la prevención de la legionelosis en la producción de ACS, Se analizan con más detalle las prescripciones reglamentarias; de las mismas se destacan:

Las instalaciones de producción de ACS con acumulación y recirculación son instalaciones del grupo 1; es decir, de mayor riesgo. Las instalaciones de ACS sin recirculación son de menor riesgo. Las condiciones de funcionamiento habituales serán:

- El agua se debe acumular a una temperatura de al menos 60 °C.
- Se deben asegurar los 50 °C en los puntos más alejados.
- La instalación permitirá que el agua alcance los 70 °C.

Estos parámetros tenemos que tomarlos en cuenta a la hora de realizar el Diseño.

Producción con acumulación

Para reducir la potencia necesaria en producción y al mismo tiempo obtener funcionamientos más homogéneos de la instalación se utilizan los sistemas con acumulación en depósitos en los que se mantiene el agua caliente hasta el momento de su uso, de manera que en las puntas de demanda del edificio se utiliza el agua acumulada, solicitándose una potencia inferior a la del sistema de producción.

Los sistemas de acumulación a su vez se clasifican, dependiendo del volumen de acumulación, en:

- Acumulación.
- Semi acumulación.

Los volúmenes de acumulación se diseñan para atender a la demanda punta con el agua acumulada, mientras que los de semi acumulación solo pueden hacer frente a una parte de esa demanda, requiriendo el apoyo de la producción para cubrir la punta completa.

2.8.6.2 Áreas físicas de agua caliente sanitaria

Los equipos de producción de agua caliente sanitaria se encontrarán en la sala de máquinas.

2.8.6.3 Flujograma de área cocina

Se diseña las troncales para la distribución del agua Caliente Sanitaria en Áreas del Hospital la repartición a los puntos de consumo lo realizara el Ingeniero Sanitario.

2.8.6.4 Equipos servicio de cocina hospitalaria centralizada

- Intercambiador de calor Instantáneo (Ilustración II-27),
- Tanque de semi-almacenamiento

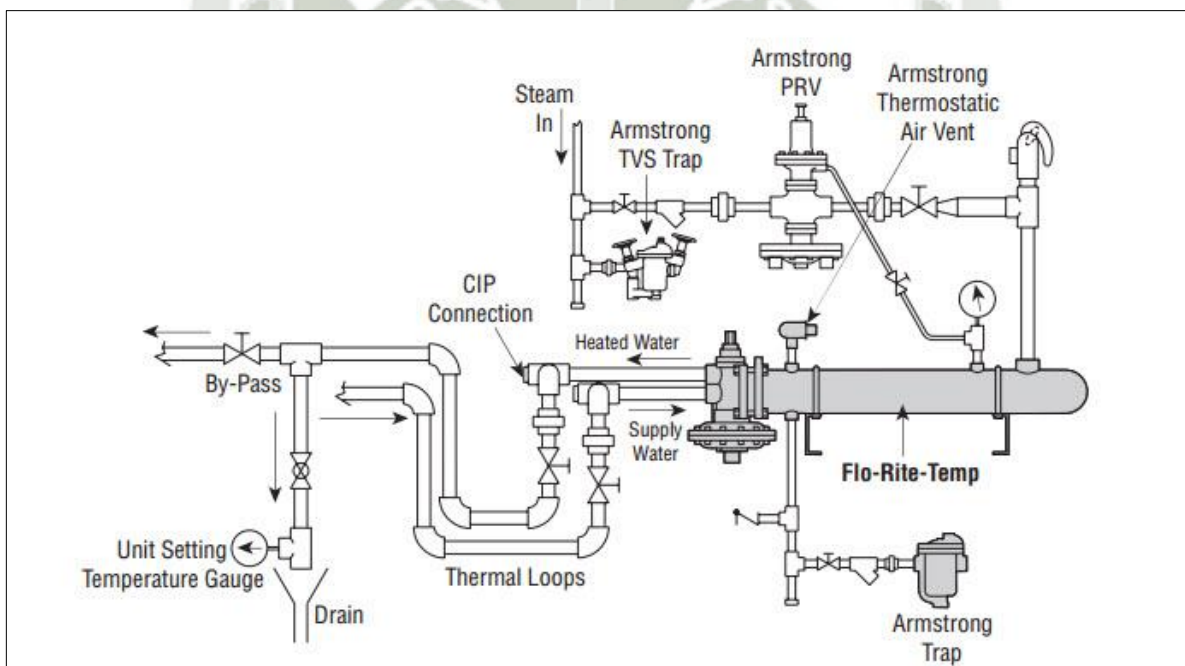


Ilustración II-32 Equipo agua caliente sanitaria(Armstrong)

CAPÍTULO III . EVALUACION DE LA DEMANDA

3.1 INTRODUCCION

En este capítulo buscaremos determinar la capacidad y cantidad de equipos necesarios y destinados a cada una de las instalaciones Térmicas del Hospital Categoría II-1. Teniendo conocimiento para el diseño de hospitales seguiremos normas y recomendaciones del ministerio de salud y fabricantes de equipos como:

- Norma Técnica para proyectos de Arquitectura Hospitalaria MINSA (Anexo-001 Normas Técnicas de Hospitales)
- Catálogo de equipos convencionales para instalaciones Térmicas en instituciones Hospitalarias.

Este análisis se realizará de una manera cuidadosa con el fin de seleccionar la mejor alternativa de operación económica y que satisfaga las necesidades de vapor para cada una de la instalación del hospital.

Consideraremos la implantación de los siguientes Servicios:

- Servicio de lavandería hospitalaria centralizada.
- Servicio de cocina hospitalaria centralizada.
- Sistema de agua caliente sanitaria.
- Servicio central de esterilización.
- Servicio desechos hospitalarios.
- Servicio humidificación y control de humedad hospitalario.

3.2 CÁLCULO DE EQUIPOS EN INSTALACIONES TERMICAS

Calculamos las instalaciones que necesitan de vapor para su funcionamiento, para saber el consumo necesario de todos los equipos y poder dimensionar nuestra instalación térmica.

Para la cual seguiremos el procedimiento de cálculo de la cantidad necesaria y número de equipos a utilizar por cada servicio que tendrá la instalación.

3.2.1 Cálculo del servicio de cocina hospitalaria centralizada

Este departamento proporciona, los regímenes dieto terapéuticos y normales a pacientes y personal a las unidades hospitalarias y a la unidad de emergencia.

3.2.1.1 Cálculo de la cantidad de Alimento

Calculamos la capacidad de la cocina central para el hospital. Por recomendaciones de la Norma Técnica en hospitales con menos de 50 Camas, el número de comensales, tendrá en cuenta lo siguiente:

- Pacientes Hospitalizados: De acuerdo al número de camas con promedio de ocupación del 85%.
- Personal: Se considera un índice de 2.5 empleados por cama con un promedio del 77% de asistencia

Pacientes Hospitalizados : 40

Promedio de ocupación : 85%

Personal : 2.5 empleados por cama

- Pacientes = 40×0.85 = 34 Personas

- Empleados = $40 \times 2.5 \times 0.77$ = 77 Personas

Total = 111 Personas

Que corresponden a 111 raciones diarias, considerando que cada ración es de 0.8 litros, tenemos que es necesaria 88.8 litros de capacidad de marmita como mínimo.

3.2.1.2 Cálculo cantidad de Equipos

Podemos ver los datos técnicos de los equipos de esta área (Anexo 002- Equipos Cocina hospitalaria centralizada Marmitas a Vapor). La capacidad de las marmitas a solicitar es de 100 litros, con lo cual se concluye el dotar a la cocina de 2 marmitas de cocción a vapor de 100 litros.

02 Marmitas de 100 Litros de capacidad

Además, se dotará una marmita para dietas el Servicio de cocina

01 Marmita de 50 Litros de capacidad

Además, se dotará un equipo plancha freidora para el Servicio de cocina

01 plancha Freidora a Vapor

Así mismo el dotar al hospital de métodos de cocción tradicional por medio de ollas y cocina a gas.

3.2.2 Cálculo servicio central de esterilización

El diseño de las instalaciones del servicio de esterilización debe respetar, en la medida de lo posible, el principio de la marcha hacia delante, es decir, avanzar desde la zona más sucia hasta la más limpia, para minimizar los riesgos de contaminación y confusión.

El diseño y la composición de las instalaciones deben tener esto en cuenta y ser racionales, adaptándose a las exigencias de calidad de las tareas que han de realizarse. Las diferentes fases de los procedimientos de trabajo deben sucederse dentro de las instalaciones, vinculadas entre sí de un modo racional que se corresponda a la progresión de las actividades.

3.2.2.1 Cálculo cantidad de instrumentos a esterilizar

Tomamos como dato el volumen de material a esterilizar

- Estima que cada paciente consume 2 litros de material esterilizado, por lo tanto:

$$\text{Volumen a Esterilizar} = 2\text{L} \times 40 = 80 \text{ Litros}$$

- Personal considerado por cama es 2.5 según norma y consideraremos 1L por personal

$$\text{Volumen a Esterilizar} = 1\text{L} \times 40 \times 2.5 = 100 \text{ Litros}$$

- Total, Material a Esterilizar

$$\text{Volumen a Esterilizar} = 80 + 100 = 180 \text{ Litros}$$

3.2.2.2 Cálculo cantidad de equipos

Podemos ver los datos técnicos de los Equipos de esta Área (ANEXO - 004. Equipos central de esterilización esterilizador a vapor). Seleccionaremos un equipo comercial 314 Litros de volumen que cumpla las normas del sector salud

| |
|--|
| 01 Equipo Esterilizador de 314 Litros |
|--|

3.2.3 Cálculo servicio humidificación y control de humedad hospitalario

Los niveles de humedad en las salas de maternidad y obstetricia deben mantenerse estables ya que los bebés son particularmente sensibles a los ambientes secos. Por otra parte, los niveles de humedad bajos pueden exacerbar la condición de los pacientes con problemas respiratorios.

El vapor es una solución muy usada por los hospitales porque asegura que la humedad que se agrega es 100% segura y además por el hecho de contar con una fuente de vapor disponible para la esterilización.

3.2.3.1 Cálculo de la cantidad y áreas de humidificación

- La condición óptima para la salud y el bienestar humano es a 40-60% rH
- La transmisión de microorganismos aerobios se reduce con <40% rH

Se utilizarán en un futuro en el hospital por tanto se reservará el promedio de consumo de vapor utilizado por equipos.

Humidificador de vapor vivo Condair ESCO

3.2.3.2 Cálculo cantidad de humidificadores

Podemos ver los datos técnicos de los Equipos de esta Área (ANEXO - 005. Equipos Humidificación y Control de Humedad Hospitalario). Seleccionaremos el Condair ESCO para proporcionar humidificación a una unidad de tratamiento de aire (AHU) o a un conducto. Acondiciona el vapor para eliminar la condensación y asegura que sólo se emita vapor seco a fin de controlar la humedad.

Presión: 4 bar y 127 kg / h de

Humidificador de vapor vivo Condair ESCO

Series DL40 with single pipe distribution

3.2.4 Cálculo servicio de desechos hospitalarios

La esterilización a vapor es uno de los métodos más antiguos y más ampliamente usados en los hospitales en el mundo. La esterilización a vapor es no contaminante, es seguro y es el método de elección para todos aquellos artículos que no se deterioren con este sistema.

El equipo principal dentro del área de tratamiento de residuos sólidos Hospitalarios es el esterilizador. El modelo o tipo de esterilizador se seleccionará según el número de camas existentes en el hospital y los residuos generados por paciente.

3.2.4.1 Cálculo volumen a esterilizar desechos

Asumiendo una media de 2.5 Kg por cama día en el peor de los casos. Según catálogos

$$\text{Residuos a Esterilizar} = 2.5 \text{ kg} \times 40 = 100 \text{ Kg}$$

$$\text{Residuos a Esterilizar} = 100 \text{ Kg}$$

3.2.4.2 Cálculo cantidad de equipos

Podemos ver los datos técnicos de los Equipos de esta Área (Anexo 0005-Servicio Desechos Hospitalarios). Seleccionaremos un equipo comercial teniendo en cuenta que tiene que tener una trituradora en la parte superior para minimizar el volumen y aplicar el vapor de esterilización.

02 Equipos Esterilización 150 Litros con trituradora incorporada

3.2.5 Cálculo servicio de lavandería hospitalaria centralizada.

Es la unidad responsable del lavado, planchado, reparación y distribución de ropa limpia para los pacientes y personal del establecimiento de salud

3.2.5.1 Cálculo cantidad de ropa a lavar en kg

Para determinar la cantidad y peso de ropa a ser procesada se requiere conocer el número de camas del hospital, la tasa de ocupación, el tipo de hospital y los servicios que presta, la frecuencia del cambio de ropa y el volumen de ropa que usan las diversas unidades

$$\text{Cantidad de Ropa a Lavar} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{día}} \right) = \frac{(\# \text{camas} \times \text{Kg/cama/día} \times 7 \text{ días})}{(\text{Días de trabajo por semana})}$$

Para determinar el equipo deberá considerarse:

- Tipo de hospital : Tipo II-1
- Número de camas : 40 Camas
- Numero de Salas de Operaciones : 03

- Promedio de ocupación de camas : 85%
- Influencia del clima : Templado
- Tipo de tela usada con más frecuencia : Algodón
- Días de Trabajo : 05 Días (L a V)

En el Hospital de Majes deberá considerarse el siguiente factor de ropa diaria por cama:

Hospitales Generales: 4 kg. (ANEXO - 001.Normas Técnicas Hospitales)

Remplazando datos tenemos:

$$\text{Cantidad de Ropa a Lavar} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{día}} \right) = \frac{(40 \text{ camas} \times 4 \text{ Kg/cama/día} \times 7 \text{ días})}{(5 \text{ Días de trabajo por semana})} = 224 \frac{\text{Kg}}{\text{día}}$$

$$\text{Cantidad de Ropa a Lavar} = 224 \frac{\text{Kg}}{\text{día}}$$

3.2.5.2 Cálculo cantidad de equipos

Podemos ver los datos técnicos de los Equipos de esta Área (ANEXO - 007. Equipos Lavandería Hospitalaria Centralizada-Lavadora Barrera Sanitaria).

Equipo Lavadora:

Para la cantidad de equipos necesarios, tomaremos como referencia los datos de los fabricantes de los equipos de lavadoras con barrera sanitaria, en el que se considera lo siguiente:

- Tiempo de lavado y centrifugado por carga : 70 minutos
- Tiempo efectivo de trabajo : 480 minutos.
- Eficiencia en uso de tiempo o productividad : 0.9

$$\text{N}^\circ \text{Cargas} = \frac{480}{70} * 0.9$$

$$\text{N}^\circ \text{Cargas} = 6.171$$

Cargas de ropa por día

Capacidad de Lavadoras = $224/6 = 37,33$ kg de ropa

Por recomendaciones de la norma técnica en referencia, recomiendan que en hospitales pequeños se instale dos lavadoras, entonces requeriremos:

Cantidad de equipos necesarios = 37,33 kg (Dos equipos de 37.33 kg como mínimo)

Comercialmente hay en el mercado y se seleccionaría dos lavadoras de 49 kg

Referencias del equipo: (ANEXO - 007. Equipos lavandería hospitalaria centralizada-lavadora barrera sanitaria):

Dos equipos de Lavado Centrifugado con barrera sanitaria de 49 kg

Para el acabado de los diferentes tipos de ropa se requiere de secado en tómbolas, planchado plano y planchado de forma, siendo los porcentajes que aconseja según la norma, el siguiente:

Del 20 al 25% Secado en Tómbola (Uso de Secadoras)

Del 60 al 70% Planchado plano. (Uso de Calandria)

Del 10 al 15% Planchado de forma (Uso de planchas)

(ANEXO - 001. Normas Técnicas Hospitales)

Equipo Secadora:

Entonces para la selección de la secadora tenemos que:

Secadora = $0,25 * 98$ kg (Máxima capacidad de las lavadoras)

Secadora = 24,5 kg

Según catálogos elegimos seleccionamos una secadora de 250 litros de cesto 34 kg

Comercialmente encontramos secadoras de 34 kg

(ANEXO - 008.Equipos lavandería hospitalaria centralizada-secadora rotativa)

Un equipo de secado 34 kg y 250 Litros de capacidad del cesto

Equipo Calandria

Para la selección de la calandria para planchado plano se tiene:

$$\text{Calandria} = 98 \text{ kg} * 0.7$$

$$\text{Calandria} = 68.6 \text{ kg}$$

Según catálogos de fabricante, elegimos una calandria de 1900 mm de Longitud y 42 litros/hora de capacidad de evaporación de agua, con una velocidad de planchado de 1.0 @ 9 m/min

(ANEXO - 009. Equipos Lavandería Hospitalaria Centralizada -Calandria)

Una calandria de 1900 mm de Longitud y 42 litros/hora de evaporación de agua

Adicionalmente a esto consideraremos una prensa universal para prendas de forma equipo propio del Servicio de Lavandería.

Equipo Plancha:

Para la selección de la plancha se tiene:

La ropa que requiere acabado de forma representa del 10 al 15% del total de ropa lavada, se procesara en planchadoras de vapor.

Plancha: = $98 * 0.15 = 14.7$ kg Por Carga. Se tiene aproximadamente 15 kg que correspondería al planchado de forma

(ANEXO - 0011. Equipos Lavandería Hospitalaria Centralizada -Plancha.)

Una mesa de plancha a vapor Para prendas de forma

3.2.6 Cálculo sistema de agua caliente sanitaria ACS

Para determinar la capacidad de los calentadores de agua primero se debe estimar la cantidad de agua caliente que se debe suministrar a hospitalización y a los servicios generales, considerando que la primera debe estar a $60^{\circ}C$ y la segunda aproximadamente a los $80^{\circ}C$.

En resumen:

- En los Servicios de Baños y usos generales la temperatura será de 60 grados centígrados.
- En cocina y lavandería 80 grados centígrados.

3.2.6.1 Cálculo cantidad de agua

Cantidad de agua para hospitalización:

Para seleccionar los calentadores de agua primero se determina la demanda de agua caliente para el hospital

$$\text{Cantidad Agua Caliente } \left(\frac{\text{Lts}}{\text{día}}\right) = \frac{(\# \text{camas} \times \text{Litros/cama/día} \times 7 \text{ días})}{(\text{Días de trabajo por semana})}$$

Para determinar el equipo deberá considerarse:

- Tipo de hospital : Tipo II-1
- Número de camas : 40 Camas
- Influencia del clima : Templado
- Días de Trabajo : 5 Días (L a V)

En el hospital de majes deberá considerarse el siguiente factor de agua caliente diaria por cama:

Hospitalización: 250 Lts. (ANEXO - 001. Normas Técnicas Hospitales)

Remplazando datos tenemos:

$$\text{Cant ACS} \left(\frac{\text{Lts}}{\text{día}} \right) = \frac{(40 \text{ camas} \times 250 \text{ Lts/cama/día} \times 7 \text{ días})}{(5 \text{ Días de trabajo por semana})} = 14\,000 \frac{\text{Lts}}{\text{día}}$$

$$\text{Cant ACS} \left(\frac{\text{Lts}}{\text{día}} \right) = 1400 \frac{\text{Lts}}{\text{día}}$$

Realizando una conversión de litros/día a Gln/Hr obtenemos 154 Gln/Hr por persona hospitalizada.

$$\text{Cant ACS} \left(\frac{\text{Lts}}{\text{día}} \right) = 154 \frac{\text{Gln}}{\text{Hr}}$$

Cantidad de agua para servicios.

Se necesita agua caliente para cocina, la cual necesitamos 4.5 GLN por persona hospitalizada como requerimiento para las necesidades alimenticias en cocina y demás servicios, como sala de partos, morgue, etc. (Calderas Industriales)

$$\text{Agua Caliente Servicios} = 40 \text{ camas} \times 4.5 \text{ Gln/Hr} = 180 \text{ Gln/Hr}$$

Finalmente:

$$\text{Total, de Agua caliente} = \text{Agua Cal. Hospitalización} + \text{Agua Cal. Servicios}$$

$$\text{Total, de Agua caliente} = 154 + 180 \text{ Gln/Hr} = \mathbf{334 \text{ Gln/Hr}}$$

$$\text{Total, de Agua caliente} = \mathbf{6 \text{ GPM}}$$

3.2.6.2 Cálculo cantidad de equipos

Podemos ver los datos técnicos de los Equipos de esta Área (ANEXO - 0012. Equipos Sistema De Agua Caliente Sanitaria).

En la selección que vamos a realizar los sistemas de retroalimentación ocasionan demasiados problemas es por eso que se seleccionará un calentador de agua instantáneo de alimentación directa.

Según catálogos de fabricante, elegimos un calentador de agua a vapor de 15 GPM

Un calentador de agua instantáneo de 15 GPM

3.3 REQUERIMIENTO DE VAPOR PARA EL HOSPITAL DE MAJES.

Determinar la fuente que suministre vapor para el Hospital de Majes constituye una medida indispensable por ser relativamente económica en comparación con otros tipos de energía.

Se requiere el suministro de vapor para 06 Servicios del Hospital.

3.3.1 Requerimiento de vapor servicio de cocina hospitalaria centralizada

Para el cálculo de los requerimientos de vapor para los servicios de nutrición recurrimos a los catálogos de los fabricantes de los equipos, los cuales se resumen en el cuadro adjunto:

Marmitas de cocción a vapor de 100 litros (dos unidades).

Capacidad a procesar en 1 hora de cocción

Capacidad a procesar = capacidad de marmita x número de marmitas

Capacidad a procesar = $100 \times 2 = 200$ litros en 1 horas = 200 Litros/hora

– Una Marmita de 100 Litros según catálogo consume 58.2 kg de vapor por hora, entonces:

Requerimiento de vapor = $58.2 \text{ kg/hr} \times 1.2$ (Factor)

Requerimiento de Vapor = 69.818 kg/hr

En este caso tendremos en cuenta que este valor es el doble por tener 2 equipos de la misma capacidad.

- Una Marmita de 50 Litros según catálogo consume 43.03 kg de vapor por hora, entonces:

Requerimiento de vapor = 51.63 kg/hr x 1.2 (Factor)

Requerimiento de Vapor = 61.96 kg/hr

- Una Plancha Freidora según catálogo consume 24 kg de vapor por hora, entonces:

Requerimiento de vapor = 24 kg/hr x 1.2 (Factor)

Requerimiento de Vapor = 28.8 kg/hr

3.3.1.1 Cuadro equipos que utilizan vapor en el servicio de cocina central

Tabla III-1 Requerimiento de vapor servicio de cocina

| Nro. | CANT | EQUIPOS | PRESION DEL VAPOR (bar) | CONSUMOS UNITARIOS DE VAPOR (kg/hr) | CONSUMO TOTAL DE VAPOR (kg/hr) |
|------------------------------------|------|---------------------------|-------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|
| 1 | 2.0 | Marmitas Volcables | 1.500 | 69.800 | 139.600 |
| 2 | 1.0 | Marmitas Volcables | 1.500 | 61.960 | 61.960 |
| 3 | 1.0 | Plancha Freidora A vapor. | 1.500 | 28.800 | 28.800 |
| Total de consumo de Vapor = | | | | | 230.360 |

Fuente: Propia

3.3.2 Requerimiento de vapor servicio central de esterilización

Para el cálculo de los requerimientos de vapor para esterilización

- El esterilizador según catálogo consume 110 kg de vapor por hora, entonces:

Factor de selección la cual es la sumatoria de Pérdidas de Calor en tuberías (5 %), Factor de seguridad en la selección del equipo (5 %) con lo cual añadiremos un 10% a los cálculos teóricos realizados.

Requerimiento de vapor = 110 kg/hr x 1.1 (Factor)

Requerimiento de Vapor = 121 kg/hr

3.3.2.1 Cuadro equipos que utilizan vapor servicio esterilización

Tabla III-2 Requerimiento de vapor servicio esterilización

| Nro. | CANT | EQUIPOS | PRESION DEL VAPOR (bar) | CONSUMOS UNITARIOS DE VAPOR (kg/hr) | CONSUMO TOTAL DE VAPOR (kg/hr) |
|------------------------------------|------|--------------------------|-------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|
| 1 | 1.0 | Esterilizador 314 Litros | 8.000 | 121.000 | 121.000 |
| Total de consumo de Vapor = | | | | | 121.000 |

Fuente: Propia

Este es un equipo dual ya que incorpora su propio circuito de generación de vapor además tiene otro para conectarse a la red de vapor del hospital

3.3.3 Requerimiento de vapor servicio humidificación y control de humedad hospitalario

Seleccionaremos el Condair ESCO para proporcionar humidificación a una unidad de tratamiento de aire (AHU) o a un conducto. Acondiciona el vapor para eliminar la condensación y asegura que sólo se emita vapor seco a fin de controlar la humedad.

Los niveles de humedad:

- Salas de maternidad
- Salas de obstetricia

Ya que los bebés son particularmente sensibles a los ambientes secos

utilizará humidificador de vapor vivo Condair Esco series dl40 con distribución de doble tubería para los 02 ambientes que se tienen que controlar.

- Presión: 4bar
- Consumo Vapor: 63.5 kg / h de
- Consumo Total: 02 * 63.5 kg / h
- **Consumo Total: 127 kg / h**

3.3.4 Requerimiento de vapor servicio de desechos hospitalarios

Para el cálculo de los requerimientos de vapor para Tratamiento de los Desechos Hospitalarios recurrimos a los catálogos de los fabricantes de los equipos.

- El Esterilizador para desechos sólidos según catálogo consume 30 kg de vapor por hora, entonces:

$$\text{Requerimiento de vapor} = 30 \text{ kg/hr} \times 1.2 \text{ (Factor)}$$

$$\text{Requerimiento de Vapor} = 36 \text{ kg/hr}$$

3.3.4.1 Cuadro equipos que utilizan vapor servicio unidad esterilización de desechos hospitalarios

Tabla III-3 Requerimiento de vapor para el servicio de tratamiento de residuos solidos

| Nro. | CANT | EQUIPOS | PRESION DEL VAPOR (bar) | CONSUMOS UNITARIOS DE VAPOR (kg/hr) | CONSUMO TOTAL DE VAPOR (kg/hr) |
|------------------------------------|------|--|-------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|
| 1 | 2.0 | Esterilizador de desechos Hospitalarios 150 Litros | 6.000 | 36.000 | 72.000 |
| Total de consumo de Vapor = | | | | | 72.000 |

Fuente: Propia

Este equipo debe contar con trituradora incorporado en la parte superior.

3.3.5 Requerimiento de vapor servicio de lavandería hospitalaria centralizada.

Para el cálculo de los requerimientos de vapor de la lavandería recurrimos a las siguientes consideraciones:

- Catálogos de los fabricantes de los equipos.
- Factor de selección la cual es la sumatoria de Perdidas de

| | |
|--|--------|
| Calor en tuberías | (5 %), |
| Factor de seguridad en la selección del equipo | (5 %) |
| factor variación | (10%) |

con lo cual añadiremos un 20% a los cálculos teóricos realizados.

- En el mejor de los casos se cargará, una y media veces la lavadora en una hora, (siendo lo normal 70 minutos por carga)

Resultado:

- La lavadora según catálogos consume 40 kg de vapor/hr, en una hora tendrá en el peor de los casos 1.5 cargas, entonces el consumo de la lavadora por hora será de 60 kg de vapor/hr:

$$\text{Requerimiento de Vapor} = 60 \text{ kg/hr} \times 1.2 \text{ (Factor)}$$

$$\text{Requerimiento de Vapor} = 72 \text{ kg/hr}$$

- La secadora según el catálogo tiene un consumo de vapor 124.7 kg de vapor/hr, entonces:

$$\text{Requerimiento de vapor} = 124.7 \text{ kg /hr} \times 1.2 \text{ (Factor)}$$

$$\text{Requerimiento de Vapor} = 149.64 \text{ kg/hr}$$

- La calandria según catalogo consume potencia de vapor 48.8 KW, entonces:

$$\text{Requerimiento de vapor} = 48.8 \text{ kW} \times 1.2 \text{ (Factor)} \times 15.682 \text{ kg/hr} / 9.813 \text{ Kw}$$

$$\text{Requerimiento de Vapor} = 93.58 \text{ kg/hr}$$

- La prensa universal según catálogo consume 20 kg de vapor por hora, entonces:

$$\text{Requerimiento de vapor} = 20 \text{ kg/hr} \times 1.2 \text{ (Factor)}$$

$$\text{Requerimiento de Vapor} = 24 \text{ kg/hr}$$

- La plancha mesa de repaso según catálogo consume 12 kg de vapor por hora, entonces:

Requerimiento de vapor = 12 kg/hr x 1.2 (Factor)

Requerimiento de Vapor = 14.4 kg/hr

3.3.5.1 Cuadro equipos que utilizan vapor servicio de lavandería

Tabla III-4 Requerimiento de vapor para el servicio de lavandería

| Nro. | CANT | EQUIPOS | PRESION DEL VAPOR (bar) | CONSUMOS UNITARIOS DE VAPOR (kg/hr) | CONSUMO TOTAL DE VAPOR (kg/hr) |
|------------------------------------|------|----------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|
| 1 | 2.0 | Lavadora Barrera Sanitaria(49Kg) | 10.000 | 72.000 | 144.000 |
| 2 | 1.0 | Secadora Rotativa (34Kg) | 10.000 | 149.640 | 149.640 |
| 3 | 1.0 | Calandria Prendas Planas | 10.000 | 93.580 | 93.580 |
| 4 | 1.0 | Prensa para Prendas forma | 5.000 | 24.000 | 24.000 |
| 5 | 1.0 | Plancha para Prendas forma | 5.000 | 14.400 | 14.400 |
| Total de consumo de Vapor = | | | | | 425.620 |

Fuente: Propia

Lavadora Barrera Sanitaria tiene Características diferenciales de las lavadoras convencionales frontales con las lavadoras de barrera sanitaria. Doble puerta, entrada de la ropa sucia por la parte delantera donde están situados los mandos y el microprocesador y Salida de la ropa limpia por la parte posterior separación del habitáculo mediante una pared o panel divisor para separar la zona limpia de la zona sucia.

Plancha para Prendas forma mesa de planchado calefaccionada a vapor. Aspiración y vaporización en mesa para acabados de gran calidad para prendas que lo requieren. No dispone de calderin. Se debe conectar a la red de vapor.

Para el servicio de lavandería se tiene que considerar los medios de transporte de la ropa sucia, limpia y demás accesorios que no se están considerando en el cálculo simplemente porque no utilizan vapor.

3.3.6 Requerimiento de vapor servicio del sistema de agua caliente sanitaria ACS

Para el cálculo de los requerimientos de vapor para calentamiento de agua se estimará en base al consumo de vapor del equipo seleccionado.

Según catálogos de fabricante, elegimos un calentador de agua a vapor de 15 GPM

Consideraciones:

Temperatura de agua de ingreso : 6 °C

Temperatura de agua Salida : 82 °C

Presión del vapor : 1 bar

Consumo de vapor de: 208 Kg/hr

Para obtener la temperatura de salida necesitamos mantener la presión constante.

3.3.6.1 Cuadro equipos que utilizan vapor servicio de calentamiento de agua

Tabla III-5 Requerimiento de vapor servicio de calentamiento de agua.

| Nro. | CANT | EQUIPOS | PRESION DEL VAPOR (bar) | CONSUMOS UNITARIOS DE VAPOR (kg/hr) | CONSUMO TOTAL DE VAPOR (kg/hr) |
|------------------------------------|------|--------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|
| 1 | 1.0 | Calentador de Agua Instantáneo | 1.000 | 208.000 | 208.000 |
| Total de consumo de Vapor = | | | | | 208.000 |

Fuente: Propia

Se selecciona un calentador instantáneo ya que la demanda de agua caliente no es demasiada por el número de camas que tenemos en el hospital. Consumo de vapor para la demanda de los servicios del hospital

3.3.7 Consumo de vapor para la demanda de nuevos servicios del hospital majes

Cuadro del consumo de vapor total del planteamiento de los nuevos servicios del hospital majes

Tabla III-6 Consumo de vapor para nuevos servicios del hospital.

| Nro. | SERVICIO | PRESION DEL VAPOR (bar) | CONSUMO TOTAL DE VAPOR (kg/hr) |
|------------------------------------|--|-------------------------|--------------------------------|
| 1 | LAVANDERÍA HOSPITALARIA CENTRALIZADA. | 5.000 | 425.620 |
| 2 | COCINA HOSPITALARIA CENTRALIZADA | 1.400 | 230.360 |
| 3 | SISTEMA DE AGUA CALIENTES SANITARIA | 1.000 | 208.000 |
| 4 | CENTRAL DE ESTERILIZACIÓN | 10.000 | 121.000 |
| 5 | DESECHOS HOSPITALARIOS | 6.000 | 72.000 |
| 6 | HUMIDIFICACIÓN Y CONTROL DE HUMEDAD HOSPITALARIO | 4.000 | 127.000 |
| Total de consumo de Vapor = | | | 1183.980 |

Fuente: Propia

La potencia de caldera requerida es de 75.499 BHP que es la equivalencia del consumo total de vapor 1183.980 kg/hr de vapor

Haciendo la selección de la caldera aproximadamente nos saldría un generador de vapor de 80 BHP.

Es tan solo la primera Aproximación más adelante veremos las pérdidas generadas por la caída en la distribución del vapor que serán sumadas a esta capacidad calculada.

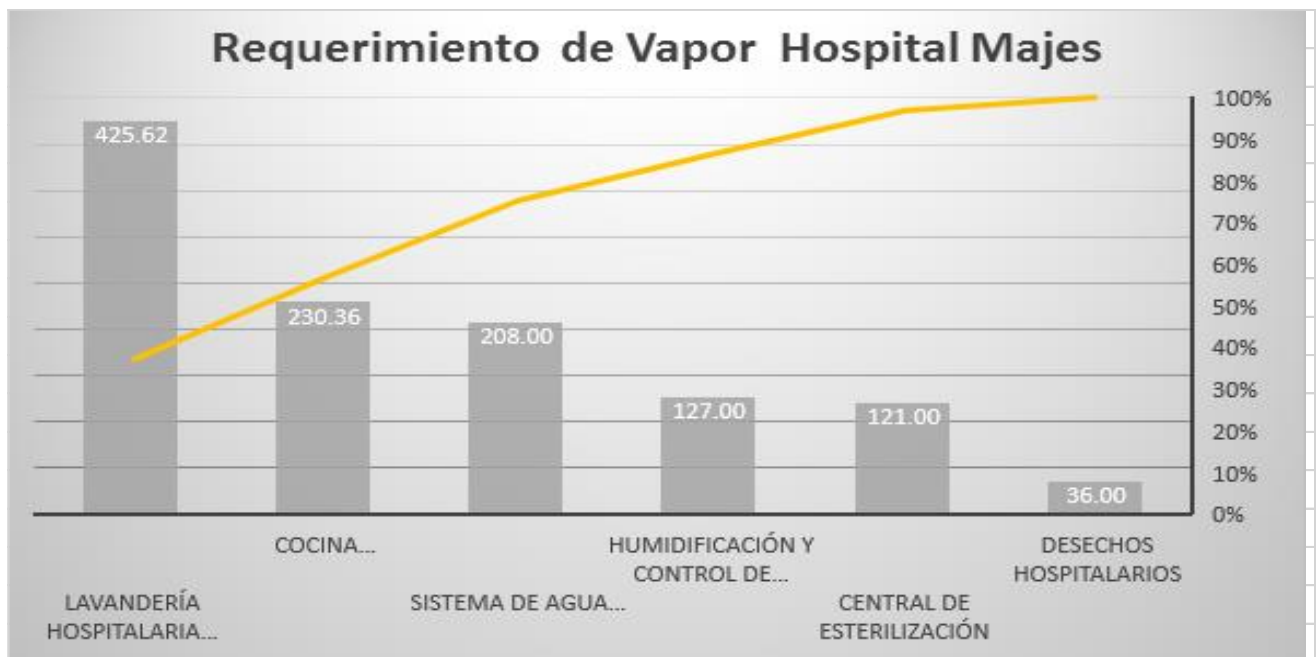


Ilustración III-1 Gráfico demanda de vapor para el hospital

Fuente: Propia

Como podemos apreciar en la gráfica el mayor consumo de vapor se da en el servicio de lavandería hospitalaria centralizada y nuestro menor consumo en el servicio de desechos hospitalarios.

Con los datos obtenidos en esta sección procederemos con los cálculos de ingeniería en el capítulo IV.

CAPÍTULO IV . INGENIERIA DEL PROYECTO

4.1 CÁLCULO DEL SISTEMA DE GENERACION DE VAPOR

Para el cálculo del sistema de generación de vapor se toman dos aspectos muy importantes para tener una cifra exacta y no sobredimensionar o Subdimensionar el sistema.

- Caída de Vapor en Tuberías.
- Altitud del distrito de Majes
- Factor de Evaporación.

De acuerdo la demanda obtenida en el capítulo III, el consumo de vapor del hospital está determinado tan solo por la sumatoria de equipos que sumado a las perdidas y demás factores que sumaran para determinar la generación de vapor.

Para el requerimiento de vapor del nuevo sistema estamos considerando lo siguiente los datos de trabajo son los siguientes:

Cálculo de caída de vapor en líneas y servicios del sistema

El cálculo se realizará desde el área del servicio más alejado hacia la sala de máquinas obteniendo así en el origen calderos la potencia requerida, se nombrará los puntos de servicio con una letra del abecedario para realizar el cálculo este esquema está en planos.

4.1.1 Cálculo de caída del servicio de cocina hospitalaria centralizada

Para realizar los cálculos respectivos de este servicio tomemos en cuenta el siguiente cuadro donde se indican el consumo por equipo presión y temperatura.

| N° | Zona | Equipos | Tramo | Descripcion | Consumo Equipo [kg/hr] | Presion Vapor [bar r] | Temperatura [°C] |
|----|------|----------------------------------|-----------|---|------------------------|-----------------------|------------------|
| 1 | 1 | COCINA HOSPITALARIA CENTRALIZADA | Tramo G-F | Tramo principal que alimenta a toda la sección de servicio Central de cocina. | 230.360 | 10.000 | 179.886 |
| 2 | 1.1 | Marmitas Volcables | Tramo G-a | Alimentación de vapor para Marmita #1 de 100 Litros. | 69.800 | 1.500 | 111.350 |
| 3 | 1.2 | Marmitas Volcables | Tramo G-b | Alimentación de vapor para Marmita #2 de 100 Litros. | 69.800 | 1.500 | 111.350 |
| 4 | 1.3 | Marmitas Volcables | Tramo G-c | Alimentación de vapor para Marmita #3 de 50 Litros. | 61.960 | 1.500 | 111.350 |
| 5 | 1.4 | Plancha Freidora A vapor. | Tramo G-d | Alimentación de vapor para Plancha Freidora. | 28.800 | 1.500 | 111.350 |

4.1.1.1 Tramo G-a

Tramo de alimentación de vapor para la marmita #1 de 100 Litros

Datos :

- Presión de Vapor (relativa) : 1.500 bar
- Consumo de Vapor del Equipo : 69.800 kg/hr
- Longitud Total : 15.000 m
- Longitud Equivalente 20% : 18.000 m
- Norma : 1 % por cada 30.000 m

Calculando :

$$\frac{1\%}{30m} = \frac{x\%}{18m} \rightarrow x = 0.600\% \rightarrow x = 1 + \frac{0.600}{100} \rightarrow x = 1.006$$

$$G - a = 69.800 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} * 1.006$$

$$G - a = 70.219 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

4.1.1.2 Tramo G-b

Tramo de alimentación de vapor para la marmita #2 de 100 Litros

Datos :

- Presión de Vapor (relativa) : 1.500 bar

- Consumo de Vapor del Equipo : 69.800 kg/hr
- Longitud Total : 13.000 m
- Longitud Equivalente 20% : 15.6000 m
- Norma : 1 % por cada 30.000 m

Calculando :

$$\frac{1\%}{30\text{m}} = \frac{x\%}{15.6\text{m}} \rightarrow x = 0.520\% \rightarrow x = 1 + \frac{0.520}{100} \rightarrow x = 1.005$$

$$G - b = 69.800 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} * 1.005$$

$$G - b = 70.163 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

4.1.1.3 Tramo G-c

Tramo de alimentación de vapor para la marmita #3 de 50 Litros

Datos :

- Presión de vapor (relativa) : 1.500 bar
- Consumo de vapor del equipo : 61.960 kg/hr
- Longitud total : 11.000 m
- Longitud equivalente 20% : 13.2000 m
- Norma : 1 % por cada 30.000 m

Calculando :

$$\frac{1\%}{30\text{m}} = \frac{x\%}{13.2\text{m}} \rightarrow x = 0.440\% \rightarrow x = 1 + \frac{0.440}{100} \rightarrow x = 1.004$$

$$G - c = 61.960 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} * 1.004$$

$$G - c = 62.233 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

4.1.1.4 Tramo G-d

Tramo de alimentación de vapor para plancha freidora a vapor

Datos :

- Presión de vapor (relativa) : 1.500 bar
- Consumo de vapor del equipo : 28.800 kg/hr
- Longitud total : 9.000 m
- Longitud equivalente 20% : 10.800 m
- Norma : 1 % por cada 30.000 m

Calculando :

$$\frac{1\%}{30\text{m}} = \frac{x\%}{10.80\text{m}} \rightarrow x = 0.360\% \rightarrow x = 1 + \frac{0.360}{100} \rightarrow x = 1.004$$

$$G - d = 28.800 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} * 1.004$$

$$G - d = 28.904 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

4.1.1.5 Tramo G-F

Tramo principal que alimenta a toda la sección servicio de cocina hospitalaria centralizada

Datos :

- Presión de vapor (relativa) : 10.00 bar
- Consumo de vapor del equipo : Σ Tramos 231.518 kg/hr
- Longitud total : 40.000 m
- Longitud equivalente 20% : 48.000 m
- Norma : 1 % por cada 30.000 m

Calculando :

$$\frac{1\%}{30\text{m}} = \frac{x\%}{48.00\text{m}} \rightarrow x = 1.600\% \rightarrow x = 1 + \frac{1.600}{100} \rightarrow x = 1.016$$

$$G - F = 231.518 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} * 1.016$$

$$G - F = 235.222 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

4.1.2 Cálculo de caída del servicio central de esterilización

Para realizar los cálculos respectivos de esta Servicio tomemos en cuenta el siguiente cuadro donde se indican el consumo por equipo presión y temperatura.

| N° | Zona | Equipos | Tramo | Descripción | Consumo Equipo [kg/hr] | Presión Vapor [bar r] | Temperatura [°C] |
|----|------|---------------------------------------|-----------|---|------------------------|-----------------------|------------------|
| 6 | 2 | CENTRAL DE ESTERILIZACIÓN | Tramo H-F | Tramo principal que alimenta a toda la sección de Esterilizador de instrumentos. | 121.000 | 10.000 | 179.886 |
| 7 | 2.1 | Esterilizador 314 Litros | Tramo H-a | Alimentación de vapor para Esterilizador de vapor 314 Litros. | 121.000 | 10.000 | 179.886 |
| 8 | 2.2 | Tramo de Tubería para Servicios 1 y 2 | Tramo F-E | Alimentación de vapor para Central de Esterilización y Cocina Hospitalaria Centralizada | 190.800 | 10.000 | 179.886 |

4.1.2.1 Tramo H-a

Tramo principal que alimenta a esterilizador de vapor de 314 litros.

Datos :

- Presión de vapor (relativa) : 10.00 bar
- Consumo de vapor del equipo : 121.000 kg/hr
- Longitud total : 10.000 m
- Longitud equivalente 20% : 12.000 m
- Norma : 1 % por cada 30.000 m

Calculando :

$$\frac{1\%}{30\text{m}} = \frac{x\%}{12.00\text{m}} \rightarrow x = 0.400\% \rightarrow x = 1 + \frac{0.400}{100} \rightarrow x = 1.004$$

$$H - a = 121 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} * 1.004$$

$$H - a = 121.484 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

4.1.2.2 Tramo H-F

Tramo principal que alimenta a todo el servicio central de esterilización

Datos :

- Presión de vapor (relativa) : 10.00 bar
- Consumo de vapor del equipo : 121.484 kg/hr
- Longitud total : 35.000 m
- Longitud equivalente 20% : 42.000 m
- Norma : 1 % por cada 30.000 m

Calculando :

$$\frac{1\%}{30\text{m}} = \frac{x\%}{42.00\text{m}} \rightarrow x = 1.400\% \rightarrow x = 1 + \frac{1.400}{100} \rightarrow x = 1.014$$

$$H - F = 121.484 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} * 1.014$$

$$H - F = 123.185 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

4.1.2.3 Tramo F-E

Tramo principal que alimenta a todo el servicio central de esterilización y servicio de cocina hospitalaria centralizada.

Datos :

- Presión de vapor (relativa) : 10.00 bar

- Consumo de vapor del equipo : Σ Tramos 358.407 kg/hr
- Longitud total : 38.000 m
- Longitud equivalente 20% : 45.000 m
- Norma : 1 % por cada 30.000 m

Calculando :

$$\frac{1\%}{30\text{m}} = \frac{x\%}{45.00\text{m}} \rightarrow x = 1.520\% \rightarrow x = 1 + \frac{1.520}{100} \rightarrow x = 1.015$$

$$F - E = 358.407 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} * 1.015$$

$$F - E = 366.856 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

4.1.3 Cálculo de caída del servicio humidificación y control de humedad hospitalario

Para realizar los cálculos respectivos de este servicio tomemos en cuenta el siguiente cuadro donde se indican el consumo por equipo presión y temperatura.

| N° | Zona | Equipos | Tramo | Descripcion | Consumo Equipo [kg/hr] | Presion Vapor [bar r] | Temperatura [°C] |
|----|------|---|------------------|--|------------------------|-----------------------|------------------|
| 9 | 3 | HUMIDIFICACIÓN Y CONTROL DE HUMEDAD HOSPITALARIO | Tramo S-E | Tramo principal que alimenta a toda la sección de humidificación y control de humedad hospitalario | 127.000 | 10.000 | 179.886 |
| 10 | 3.1 | Humidificador #1 | Tramo S-a | Alimentación de vapor para Humidificador #1 | 63.500 | 4.000 | 143.613 |
| 11 | 3.2 | Humidificador #2 | Tramo S-b | Alimentación de vapor para Humidificador #2 | 63.500 | 4.000 | 143.613 |
| 12 | 3.3 | Tramo de Tubería para Servicios 3, 2 y 1 | Tramo E-C | Alimentación de vapor para Central de Esterilización y Cocina Hospitalaria Centralizada | 346.600 | 10.000 | 179.886 |

4.1.3.1 Tramo S-a

Tramo que alimenta al humidificador de vapor directo #1

Datos :

Presión de vapor (relativa) : 4.00 bar

| | | |
|-----------------------------|---|-----------------------|
| Consumo de vapor del equipo | : | 63.500 kg/hr |
| Longitud total | : | 12.000 m |
| Longitud equivalente 20% | : | 14.400 m |
| Norma | : | 1 % por cada 30.000 m |

Calculando :

$$\frac{1\%}{30\text{m}} = \frac{x\%}{14.400\text{m}} \rightarrow x = 0.480\% \rightarrow x = 1 + \frac{0.480}{100} \rightarrow x = 1.005$$

$$S - a = 63.500 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} * 1.005$$

$$S - a = 63.805 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

4.1.3.2 Tramo S-b

Tramo que alimenta al humidificador de vapor directo #2

Datos :

| | | |
|-----------------------------|---|-----------------------|
| Presión de vapor (relativa) | : | 4.00 bar |
| Consumo de vapor del equipo | : | 63.500 kg/hr |
| Longitud total | : | 10.000 m |
| Longitud equivalente 20% | : | 12.000 m |
| Norma | : | 1 % por cada 30.000 m |

Calculando :

$$\frac{1\%}{30\text{m}} = \frac{x\%}{12.00\text{m}} \rightarrow x = 0.400\% \rightarrow x = 1 + \frac{0.400}{100} \rightarrow x = 1.004$$

$$S - b = 63.500 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} * 1.004$$

$$S - b = 63.754 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

4.1.3.3 Tramo S-E

Tramo que alimenta a los 02 humidificadores de vapor directo

Datos :

| | | |
|-----------------------------|---|------------------------------|
| Presión de vapor (relativa) | : | 10.00 bar |
| Consumo de vapor del equipo | : | Σ Tramos 127.559kg/hr |
| Longitud total | : | 45.000 m |
| Longitud equivalente 20% | : | 54.000 m |
| Norma | : | 1 % por cada 30.000 m |

Calculando :

$$\frac{1\%}{30\text{m}} = \frac{x\%}{54.00\text{m}} \rightarrow x = 1.800\% \rightarrow x = 1 + \frac{1.800}{100} \rightarrow x = 1.018$$

$$S - E = 127.559 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} * 1.018$$

$$S - E = 128.855 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

4.1.3.4 Tramo E-C

Tramo principal que alimenta a todo el servicio central de esterilización, servicio de cocina hospitalaria centralizada y servicio humidificación y control de humedad hospitalario

Datos :

| | | |
|-----------------------------|---|-------------------------------|
| Presión de vapor (relativa) | : | 10.00 bar |
| Consumo de vapor del equipo | : | Σ Tramos 493.710 kg/hr |

Longitud total : 35.000 m

Longitud equivalente 20% : 42.000 m

Norma : 1 % por cada 30.000 m

Calculando :

$$\frac{1\%}{30m} = \frac{x\%}{42.00m} \rightarrow x = 1.400\% \rightarrow x = 1 + \frac{1.400}{100} \rightarrow x = 1.014$$

$$E - C = 493.710 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} * 1.014$$

$$E - C = 500.622 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

4.1.4 Cálculo de caída del servicio de desechos hospitalarios

Para realizar los cálculos respectivos de este servicio tomemos en cuenta el siguiente cuadro donde se indican el consumo por equipo presión y temperatura

| N° | Zona | Equipos | Tramo | Descripcion | Consumo Equipo [kg/hr] | Presion Vapor [bar r] | Temperatura [°C] |
|----|------|--|------------------|---|------------------------|-----------------------|------------------|
| 13 | 4 | DESECHOS HOSPITALARIOS | Tramo D-C | Tramo principal que alimenta a toda la sección de Desechos Hospitalarios. | 72.000 | 10.000 | 179.886 |
| 14 | 4.1 | Esterilizador de desechos Hospitalarios 150 Litros | Tramo D-a | alimenta a toda la sección de Desechos Hospitalarios. | 36.000 | 6.000 | 158.832 |
| 15 | 4.2 | Esterilizador de desechos Hospitalarios 150 Litros | Tramo D-b | alimenta a toda la sección de Desechos Hospitalarios. | 36.000 | 6.000 | 158.832 |
| 16 | 4.3 | Tramo de Tubería para Servicios 4,3 , 2 y 1 | Tramo C-B | Alimentación de vapor para Central de Esterilización y Cocina Hospitalaria Centralizada | 135.500 | 10.000 | 179.886 |

4.1.4.1 Tramo D-a

Tramo que alimenta a equipo esterilizador de 150 Litros #1

Datos :

Presión de vapor (relativa) : 6.00 bar

| | | |
|-----------------------------|---|-----------------------|
| Consumo de vapor del equipo | : | 36.00 kg/hr |
| Longitud total | : | 15.000 m |
| Longitud equivalente 20% | : | 18.000 m |
| Norma | : | 1 % por cada 30.000 m |

Calculando :

$$\frac{1\%}{30\text{m}} = \frac{x\%}{18.00\text{m}} \rightarrow x = 0.480\% \rightarrow x = 1 + \frac{0.600}{100} \rightarrow x = 1.006$$

$$D - a = 36.00 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} * 1.006$$

$$D - a = 36.216 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

4.1.4.2 Tramo D-b

Tramo que alimenta a equipo esterilizador de 150 litros #2

Datos :

| | | |
|-----------------------------|---|-----------------------|
| Presión de vapor (relativa) | : | 6.00 bar |
| Consumo de vapor del equipo | : | 36.000 kg/hr |
| Longitud total | : | 10.000 m |
| Longitud equivalente 20% | : | 12.00 m |
| Norma | : | 1 % por cada 30.000 m |

Calculando :

$$\frac{1\%}{30\text{m}} = \frac{x\%}{12.00\text{m}} \rightarrow x = 0.400\% \rightarrow x = 1 + \frac{0.400}{100} \rightarrow x = 1.004$$

$$D - b = 36.00 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} * 1.004$$

$$D - b = 36.144 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

4.1.4.3 Tramo D-C

Tramo principal que alimenta a toda la sección de desechos hospitalarios.

Datos :

| | | |
|-----------------------------|---|-----------------------|
| Presión de vapor (relativa) | : | 10.00 bar |
| Consumo de vapor del equipo | : | 72.360 kg/hr |
| Longitud total | : | 10.000 m |
| Longitud equivalente 20% | : | 12.000 m |
| Norma | : | 1 % por cada 30.000 m |

Calculando :

$$\frac{1\%}{30\text{m}} = \frac{x\%}{12.00\text{m}} \rightarrow x = 0.400\% \rightarrow x = 1 + \frac{0.400}{100} \rightarrow x = 1.004$$

$$D - C = 72.360 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} * 1.004$$

$$D - C = 63.649 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

4.1.4.4 Tramo C-B

tramo principal que alimenta a todo el servicio central de esterilización, servicio de cocina hospitalaria centralizada y servicio humidificación, control de humedad hospitalario y servicio de desechos hospitalarios

Datos :

| | | |
|-----------------------------|---|------------------------|
| Presión de vapor (relativa) | : | 10.00 bar |
| Consumo de vapor del equipo | : | ∑ Tramos 573.271 kg/hr |

| | | |
|--------------------------|---|-----------------------|
| Longitud total | : | 11.000 m |
| Longitud equivalente 20% | : | 13.200 m |
| Norma | : | 1 % por cada 30.000 m |

Calculando :

$$\frac{1\%}{30\text{m}} = \frac{x\%}{13.200\text{m}} \rightarrow x = 0.440\% \rightarrow x = 1 + \frac{0.440}{100} \rightarrow x = 1.004$$

$$C - B = 573.271 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} * 1.004$$

$$C - B = 575.794 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

Requerimientos para el Área:

- Presión de vapor (relativa): 6 Bar.
- Consumo de vapor total del Area : $72 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$
- Longitud Total : 10m
- NORMA: 1 % por cada 30 m

$$\frac{1\%}{30\text{m}} = \frac{x\%}{10\text{m}} \rightarrow x = 0.333\% \rightarrow x = 1 + \frac{0.333}{100} \rightarrow x = 1.003$$

$$C - D = 72 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} * 1.003$$

$$C - D = 72.240 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

- Presión de vapor (relativa): 6 Bar
- Consumo de vapor total del Area : $494.963 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} + 72.240 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$
- Longitud Total : 11 m
- NORMA: 1 % por cada 30 m

$$\frac{1\%}{30\text{m}} = \frac{x\%}{11\text{m}} \rightarrow x = 0.367\% \rightarrow x = 1 + \frac{0.367}{100} \rightarrow x = 1.004$$

$$B - C = 567.203 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} * 1.004$$

$$B - C = 569.283 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

4.1.5 Cálculo de caída del servicio de lavandería hospitalaria centralizada.

Para realizar los cálculos respectivos de este servicio tomemos en cuenta el siguiente cuadro donde se indican el consumo por equipo presión y temperatura

Todos estos equipos se encuentran en lavandería en total 06 equipos dos ramales que distribuyen el vapor de formar simétrica y donde los equipos son necesarios según diagrama las eficiente y tratamiento de prendas de acuerdo a su contaminación.

| Nº | Zona | Equipos | Tramo | Descripcion | Consumo Equipo [kg/hr] | Presion Vapor [bar r] | Temperatura [°C] |
|----|------|--|---------------------|---|------------------------|-----------------------|------------------|
| 17 | 5 | LAVANDERÍA HOSPITALARIA CENTRALIZADA. | Tramo L-B | Tramo principal que alimenta a toda la sección de Lavandería. | 425.620 | 10.000 | 179.886 |
| 18 | 5.1 | Lavadora Barrera Sanitaria(49Kg) | Tramo L-a | Alimentación de vapor para Lavadora #1 de 49 kg. | 72.000 | 8.500 | 172.943 |
| 19 | 5.2 | Lavadora Barrera Sanitaria(49Kg) | Tramo L-b | Alimentación de vapor para Lavadora #2 de 49 kg. | 72.000 | 8.500 | 172.943 |
| 20 | 5.3 | Secadora Rotativa (34Kg) | Tramo L-c | Alimentación de vapor para Secadora #1 de 34 kg. | 149.640 | 8.500 | 172.943 |
| 21 | 5.4 | Calandria Prendas Planas | Tramo L-d | Alimentación de vapor para Calandria para prendas planas. | 93.580 | 8.500 | 172.943 |
| 22 | 5.5 | Prensa para Prendas forma | Tramo L-e | Alimentación de vapor para Prensa prendas planas. | 24.000 | 8.500 | 172.943 |
| 23 | 5.6 | Plancha para Prendas forma | Tramo L-f | Alimentación de vapor para Plancha prendas planas. | 14.400 | 8.500 | 172.943 |
| 24 | 5.7 | Equipos de Lavado y Secado | Ramal #1 Lav | Alimenta 5.1 - 5.2 - 5.3 | 293.640 | 8.500 | 172.943 |
| 25 | 5.8 | Equipos de Planchado | Ramal #2 Lav | Alimenta 5.4 - 5.5 - 5.6 | 131.980 | 8.500 | 172.943 |
| 26 | 5.9 | Tramo de Tuberia para Servicios 5,4,3, 2 y 1 | Tramo B-A | Alimentación de vapor para Central de Esterilización y Cocina Hospitalaria Centralizada | 646.120 | 10.000 | 179.886 |

4.1.5.1 Tramo L-a

Tramo de tubería de alimentación de vapor para lavadora #1 de 49 kg.

Datos :

| | | |
|-----------------------------|---|-----------------------|
| Presión de Vapor (relativa) | : | 8.500 bar |
| Consumo de Vapor del Equipo | : | 72.00 kg/hr |
| Longitud Total | : | 5.000 m |
| Longitud Equivalente 20% | : | 6.000 m |
| Norma | : | 1 % por cada 30.000 m |

Calculando :

$$\frac{1\%}{30\text{m}} = \frac{x\%}{6.00\text{m}} \rightarrow x = 0.200\% \rightarrow x = 1 + \frac{0.200}{100} \rightarrow x = 1.002$$

$$L - a = 42.00 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} * 1.002$$

$$L - a = 72.144 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

4.1.5.2 Tramo L-b

Tramo de tubería de alimentación de vapor para lavadora #2 de 49 kg.

Datos :

| | | |
|-----------------------------|---|-----------------------|
| Presión de vapor (relativa) | : | 8.500 bar |
| Consumo de vapor del equipo | : | 72.00 kg/hr |
| Longitud total | : | 5.000 m |
| Longitud equivalente 20% | : | 6.000 m |
| Norma | : | 1 % por cada 30.000 m |

Calculando :

$$\frac{1\%}{30\text{m}} = \frac{x\%}{6.00\text{m}} \rightarrow x = 0.200\% \rightarrow x = 1 + \frac{0.200}{100} \rightarrow x = 1.002$$

$$L - b = 42.00 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} * 1.002$$

$$L - b = 72.144 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

4.1.5.3 Tramo L-c

Tramo de alimentación de vapor para secadora #1 de 34 kg.

Datos :

| | | |
|-----------------------------|---|-----------------------|
| Presión de vapor (relativa) | : | 8.50 bar |
| Consumo de vapor del equipo | : | 149.64 kg/hr |
| Longitud total | : | 2.5000 m |
| Longitud equivalente 20% | : | 3.000 m |
| Norma | : | 1 % por cada 30.000 m |

Calculando :

$$\frac{1\%}{30\text{m}} = \frac{x\%}{3.00\text{m}} \rightarrow x = 0.100\% \rightarrow x = 1 + \frac{0.100}{100} \rightarrow x = 1.001$$

$$L - c = 149.64 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} * 1.001$$

$$L - c = 149.790 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

4.1.5.4 Tramo L-d

Tramo de alimentación de vapor para calandria para prendas planas.

Datos :

| | | |
|-----------------------------|---|-----------------------|
| Presión de vapor (relativa) | : | 8.500 bar |
| Consumo de vapor del equipo | : | 93.580 kg/hr |
| Longitud total | : | 5.000 m |
| Longitud equivalente 20% | : | 6.000 m |
| Norma | : | 1 % por cada 30.000 m |

Calculando :

$$\frac{1\%}{30\text{m}} = \frac{x\%}{6.00\text{m}} \rightarrow x = 0.200\% \rightarrow x = 1 + \frac{0.200}{100} \rightarrow x = 1.002$$

$$L - d = 93.580 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} * 1.002$$

$$L - d = 93.767 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

4.1.5.5 Tramo L-e

Tramo de alimentación de vapor para prensa prendas planas.

Datos :

| | | |
|-----------------------------|---|-----------------------|
| Presión de vapor (relativa) | : | 8.5.00 bar |
| Consumo de vapor del equipo | : | 24.000 kg/hr |
| Longitud total | : | 5.000 m |
| Longitud equivalente 20% | : | 6.00 m |
| Norma | : | 1 % por cada 30.000 m |

Calculando :

$$\frac{1\%}{30\text{m}} = \frac{x\%}{6.00\text{m}} \rightarrow x = 0.200\% \rightarrow x = 1 + \frac{0.200}{100} \rightarrow x = 1.002$$

$$L - e = 24.00 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} * 1.002$$

$$L - e = 24.048 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

4.1.5.6 Tramo L-f

Tramo de alimentación de vapor para plancha prendas planas.

Datos :

| | | |
|-----------------------------|---|-----------------------|
| Presión de vapor (relativa) | : | 8.5.00 bar |
| Consumo de vapor del equipo | : | 14.40 kg/hr |
| Longitud total | : | 5.000 m |
| Longitud equivalente 20% | : | 6.000 m |
| Norma | : | 1 % por cada 30.000 m |

Calculando :

$$\frac{1\%}{30\text{m}} = \frac{x\%}{6.00\text{m}} \rightarrow x = 0.200\% \rightarrow x = 1 + \frac{0.200}{100} \rightarrow x = 1.002$$

$$L - f = 14.40 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} * 1.002$$

$$L - f = 14.429 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

4.1.5.7 Tramo L-R1

Tramo de alimentación de vapor para los siguientes sub tramos:

- Tramo de tubería de alimentación de vapor para lavadora #1 de 49 kg.
- Tramo de tubería de alimentación de vapor para lavadora #2 de 49 kg.
- Tramo de alimentación de vapor para secadora #1 de 34 kg.

Datos :

| | | |
|-----------------------------|---|-----------------------|
| Presión de vapor (relativa) | : | 6.00 bar |
| Consumo de vapor del equipo | : | 294.078 kg/hr |
| Longitud total | : | 20.000 m |
| Longitud equivalente 20% | : | 24.000 m |
| Norma | : | 1 % por cada 30.000 m |

Calculando :

$$\frac{1\%}{30\text{m}} = \frac{x\%}{24.00\text{m}} \rightarrow x = 0.800\% \rightarrow x = 1 + \frac{0.800}{100} \rightarrow x = 1.008$$

$$L - R1 = 294.078 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} * 1.008$$

$$L - R1 = 296.430 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

4.1.5.8 Tramo L-R2

Tramo de alimentación de vapor para los siguientes sub tramos:

- Tramo de alimentación de vapor para calandria para prendas planas.
- Tramo de alimentación de vapor para prensa prendas planas.
- Tramo de alimentación de vapor para plancha prendas planas.

Datos :

| | | |
|-----------------------------|---|-----------------------|
| Presión de vapor (relativa) | : | 8.500 bar |
| Consumo de vapor del equipo | : | 132.244 kg/hr |
| Longitud total | : | 10.000 m |
| Longitud equivalente 20% | : | 12.00 m |
| Norma | : | 1 % por cada 30.000 m |

Calculando :

$$\frac{1\%}{30\text{m}} = \frac{x\%}{12.00\text{m}} \rightarrow x = 0.400\% \rightarrow x = 1 + \frac{0.400}{100} \rightarrow x = 1.004$$

$$L - R2 = 132.244 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} * 1.004$$

$$L - R2 = 132.773 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

4.1.5.9 Tramo L-B

Tramo principal que alimenta a toda la sección de lavandería.

Datos :

| | | |
|-----------------------------|---|-----------------------|
| Presión de vapor (relativa) | : | 10.00 bar |
| Consumo de vapor del equipo | : | 429.203 kg/hr |
| Longitud total | : | 36.000 m |
| Longitud equivalente 20% | : | 43.200 m |
| Norma | : | 1 % por cada 30.000 m |

Calculando :

$$\frac{1\%}{30\text{m}} = \frac{x\%}{43.2.00\text{m}} \rightarrow x = 1.440\% \rightarrow x = 1 + \frac{1.440}{100} \rightarrow x = 1.014$$

$$L - B = 429.203 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} * 1.014$$

$$L - B = 435.384 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

4.1.5.10 Tramo A-B

Tramo principal que alimenta a todo el servicio central de esterilización, servicio de cocina hospitalaria centralizada, servicio humidificación, control de humedad hospitalario, servicio de desechos hospitalarios y servicio de lavandería hospitalaria centralizada.

Datos :

| | | |
|-----------------------------|---|-------------------------|
| Presión de vapor (relativa) | : | 10.00 bar |
| Consumo de vapor del equipo | : | ∑ Tramos 1011.177 kg/hr |
| Longitud total | : | 28.000 m |
| Longitud equivalente 20% | : | 33.600 m |
| Norma | : | 1 % por cada 30.000 m |

Calculando :

$$\frac{1\%}{30\text{m}} = \frac{x\%}{33.600\text{m}} \rightarrow x = 1.120\% \rightarrow x = 1 + \frac{1.120}{100} \rightarrow x = 1.011$$

$$A - B = 1011.177 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} * 1.011$$

$$A - B = 1022.502 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

4.1.6 Cálculo de caída del sistema de agua caliente sanitaria ACS

Para realizar los cálculos respectivos de este servicio tomemos en cuenta el siguiente cuadro donde se indican el consumo por equipo presión y temperatura

| N° | Zona | Equipos | Tramo | Descripcion | Consumo Equipo [kg/hr] | Presion Vapor [bar r] | Temperatura [°C] |
|----|------|------------------------------------|-----------|---|------------------------|-----------------------|------------------|
| 27 | 6 | SISTEMA DE AGUA CALIENTE SANITARIA | Tramo J-A | Tramo principal que alimenta a toda la sección de servicio Calentamiento de Agua. | 208.000 | 10.000 | 179.886 |
| 28 | 6.1 | Calentador de Agua Instantáneo | Tramo J-a | Alimentación de vapor para el calentador Instantáneo. | 208.000 | 1.000 | 99.906 |

4.1.6.1 Tramo J-a

Tramo de tubería de alimentación de vapor para el calentador instantáneo.

Datos :

| | | |
|-----------------------------|---|-----------------------|
| Presión de vapor (relativa) | : | 1.00 bar |
| Consumo de vapor del equipo | : | 208 kg/hr |
| Longitud total | : | 8.000 m |
| Longitud equivalente 20% | : | 9.600 m |
| Norma | : | 1 % por cada 30.000 m |

Calculando :

$$\frac{1\%}{30\text{m}} = \frac{x\%}{9.600\text{m}} \rightarrow x = 0.320\% \rightarrow x = 1 + \frac{0.320}{100} \rightarrow x = 1.003$$

$$J - a = 208.000 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} * 1.003$$

$$J - a = 208.666 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

4.1.6.2 Tramo J-A

Tramo principal que alimenta a toda la sección de servicio calentamiento de agua.

Datos :

| | | |
|-----------------------------|---|-----------------------|
| Presión de vapor (relativa) | : | 10.00 bar |
| Consumo de vapor del equipo | : | 208.666 kg/hr |
| Longitud total | : | 13.000 m |
| Longitud equivalente 20% | : | 15.600 m |
| Norma | : | 1 % por cada 30.000 m |

Calculando :

$$\frac{1\%}{30\text{m}} = \frac{x\%}{15.600\text{m}} \rightarrow x = 0.520\% \rightarrow x = 1 + \frac{0.520}{100} \rightarrow x = 1.005$$

$$J - A = 208.666 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} * 1.005$$

$$J - A = 209.751 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

4.1.7 Cálculo de caída Manifold principal

Para realizar los cálculos respectivos de este servicio tomemos en cuenta el siguiente cuadro donde se indican el consumo por equipo presión y temperatura.

| N° | Zona | Equipos | Tramo | Descripcion | Consumo Equipo [kg/hr] | Presion Vapor [bar r] | Temperatura [°C] |
|----|------|---|-----------|--|------------------------|-----------------------|------------------|
| 29 | 7 | MANIFOLD PRINCIPAL | Manifold | Recoleccion de vapor de los 02 Generadores de Vapor 100 y 50 BHP | 682.200 | 10.000 | 179.886 |
| 30 | 7.1 | Salida de Caldero de 100 BHP Hacia Manifold Principal | Tramo 100 | Tubería de salida de vapor del caldero de 100 BHP a 180 PSI | 1254.560 | 10.000 | 240.000 |
| 31 | 7.2 | Salida de Caldero de 50 BHP Hacia Manifold Principal | Tramo 50 | Tubería de salida de vapor del caldero de 50 BHP a 180 PSI | 627.280 | 10.000 | 240.000 |

4.1.7.1 Tramo manifold de servicios A

Manifold principal que alimenta a todo el servicio central de esterilización, servicio de cocina hospitalaria centralizada, servicio humidificación, control de humedad hospitalario, servicio de desechos hospitalarios, servicio de lavandería hospitalaria centralizada. y sistema de agua caliente sanitaria ACS.

Datos :

Presión de vapor (relativa) : 10.00 bar

Consumo de vapor del equipo : Σ Tramos 1232.253 kg/hr

Longitud total : 1.000 m

Longitud equivalente 20% : 1.2 m

Norma : 1 % por cada 30.000 m

Calculando :

$$\frac{1\%}{30\text{m}} = \frac{x\%}{1.20\text{m}} \rightarrow x = 0.040\% \rightarrow x = 1 + \frac{0.040}{100} \rightarrow x = 1.0004$$

$$A = 1232.253 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} * 1.0004$$

$$A = 1232.746 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

4.1.7.2 Tramo 100

Tramo de tubería de generador de vapor 100 BHP que llega a manifold principal.

Datos :

| | | |
|-----------------------------|---|-------------------------|
| Presión de vapor (relativa) | : | 10.00 bar |
| Consumo de vapor del equipo | : | ∑ Tramos 1232.746 kg/hr |
| Longitud total | : | 20.00 m |
| Longitud equivalente 20% | : | 24.00 m |
| Norma | : | 1 % por cada 30.000 m |

Calculando :

$$\frac{1\%}{30\text{m}} = \frac{x\%}{24.00\text{m}} \rightarrow x = 0.800\% \rightarrow x = 1 + \frac{0.800}{100} \rightarrow x = 1.008$$

$$\text{TRAMO 100} = 1232.746 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} * 1.008$$

$$\text{TRAMO 100} = 1242.608 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

4.1.7.3 Tramo 50

Tramo de tubería de generador de vapor 50 BHP que llega a manifold principal.

Datos :

| | | |
|-----------------------------|---|------------------------|
| Presión de vapor (relativa) | : | 10.00 bar |
| Consumo de vapor del equipo | : | Σ Tramos 627.280 kg/hr |
| Longitud total | : | 15.00m |
| Longitud equivalente 20% | : | 18.00 m |
| Norma | : | 1 % por cada 30.000 m |

Calculando :

$$\frac{1\%}{30m} = \frac{x\%}{18.00m} \rightarrow x = 0.600\% \rightarrow x = 1 + \frac{0.600}{100} \rightarrow x = 1.006$$

$$\text{Tramo 50} = 627.280 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} * 1.0006$$

$$\text{Tramo 50} = 631.044 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

4.1.8 La Carga total de todos los servicios.

La carga total de todos los servicios será de la del tramo 100 ya que toma el vapor desde la ubicación de la caldera 100 BHP

$$CAP_{TOTAL} = 1242.608 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

Los cálculos están hechos para que funcionen dos generadores de vapor en paralelo.

Tabla IV-1 Consideraciones iniciales de diseño.

| DATOS DE INGRESO | | |
|------------------|---|------------|
| Nro | Descripcion | Dato |
| 1 | Temperatura del Agua de Alimentacion al Caldero | 71°C |
| 2 | Presion de Trabajo | 180 psi(g) |
| 3 | Factor de Evaporacion | 1.102 |
| 4 | Factor de Altura MSNM | 1410 msnm |

Fuente: Propia

4.1.9 La carga total más altura de trabajo.

Se recomienda aumentar la capacidad total en un 5% por cada 1000 msnm por la altitud.

El distrito de Majes se encuentra a una altura media de 1410msnm

$$CAP_{TOTAL} = 1243.608 \frac{kg}{hr}$$

$$\frac{5\%}{1000 \text{ msnm}} = \frac{x\%}{1410 \text{ msnm}} \rightarrow x = 7.049\% \rightarrow x = 1 + \frac{7.049}{100} \rightarrow x = 1.070$$

$$\text{Carga Total + Altura} = 1243.608 \frac{kg}{hr} * 1.070$$

$$\text{Carga Total + Altura} = \mathbf{1330.661} \frac{kg}{hr}$$

4.1.10 Hallar el factor de evaporación:

- Presión de Trabajo :180 PSI (r)/ 12.655 kg/cm²/12.410 bar

Es la presión de mayor valor de todos los Servicios del Hospital de Majes.

- Temperatura de Agua de Alimentación : 71°C

Valor Asumido ya que se recuperará el condensado de los Servicios

Ingresamos a la (ANEXO - 0016. Factor de evaporación generadores a vapor) Intesa con los dos datos anteriores y tenemos un factor de evaporación:

$$\text{Factor de Evaporacion} = 1.102$$

4.1.11 Cálculo de la capacidad nominal

Para hallar la capacidad nominal aplicamos la siguiente fórmula.

$$\text{Factor de Evaporacion} = \frac{\text{Capacidad Nominal}}{\text{Capacidad Real}}$$

$$\text{Capacidad Nominal} = \text{Capacidad Real} * \text{Factor de Evaporacion}$$

$$\text{Capacidad Nominal} = 1330.661 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} * 1.102$$

$$\text{Capacidad Nominal} = 1466.388 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

Transformando la capacidad nominal de kg/hr a BHP obtenemos:

$$\text{Capacidad Nominal} = \frac{1466.388 \text{ kg/hr}}{15.682 \text{ kg/hr}}$$

$$\text{Capacidad Nominal} = 93.508 \text{ BHP}$$

Con la capacidad nominal obtenida nos dirigimos al ANEXO - 0013. Datos técnicos de generadores a vapor antes de esto redondeamos nuestra cifra obtenida a la potencia comercial que encontramos en cualquier catálogo de fabricantes de calderas.

$$\text{Capacidad Nominal} = 100 \text{ BHP}$$

4.1.12 Capacidad de generación del nuevo sistema de vapor:

Para una máxima demanda de las instalaciones térmicas del hospital central de majes seleccionaremos una caldera de 100 BHP la cual está destinada para las horas puntas

Además, seleccionaremos una caldera de 50 BHP ya que la instalación de vapor en horas de la tarde solo usara el 50% de capacidad y utilizaremos esta caldera en vez de encender la caldera de 100BHP trabajando a la mitad de su carga el cual consumiría mayor cantidad de combustible generando pérdidas innecesarias.

Se seleccionará una Caldera Adicional de 100 BHP en toda instalación de generación de vapor se debe contar con un caldero Stand-by para asegurar la producción de vapor en caso de emergencias o mantenimiento.

Tabla IV-2 Selección calderas para funcionamiento de instalaciones hospital.

| TURNOS | CAPACIDAD | OBSERVACIONES |
|----------------|-----------|---|
| Turno 1 Mañana | 100 BHP | Caldero de 100 BHP para cubrir la carga Máxima |
| Turno 2 Tarde | 50 BHP | Caldero de 50 BHP para cubrir la carga Mínima |
| STAND BY | 100 BHP | Caldero adicional de 100 BHP para Emergencias o Mantenimiento de las Otras. |

Fuente: Propia

Quedando definido nuestro sistema de generación vapor como indica la tabla IV-2 para tener una mayor eficiencia y respaldo.

4.1.13 Selección de calderas

Los criterios deben ser considerados al momento de seleccionar una caldera para cumplir con los requerimientos de la aplicación son:

- Requerimientos de códigos y normas
- Carga de la caldera
- Número de calderas
- Consideraciones de funcionamiento

4.1.13.1 Códigos y Normas

Los requerimientos regulatorios según las normas hospitalarias son el cumplimiento de las Normas ASME BPV

La industria de la caldera está estrictamente regulada por la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME: American Society of Mechanical Engineers) y por los códigos ASME, los cuales gobiernan el diseño, la inspección y el seguro de calidad de las calderas. Los recipientes a presión de las calderas deben presentar el estampado ASME. (Desaeradores, economizadores y otros recipientes a presión también deben estar estampados por ASME).

4.1.13.2 Carga del Sistema

La carga del sistema fue calculada en la sección anterior y nos indica que las capacidades de las calderas deben de ser de 100 BHP como carga máxima además de eso seleccionaremos otra de 50 BHP, se toma el siguiente criterio basado en la experiencia de funcionamiento de otros hospitales, los equipos seleccionados abastecerán para todas las cargas del hospital.

4.1.13.3 Numero de calderas:

Por recomendaciones de las normas hospitalarias son de exigencia la instalación de dos calderas, entonces se seleccionará **dos calderas una de 100 BHP y una de 50 BHP**, para que se cumpla las siguientes especificaciones:

- En caso de mantenimiento se tendrá una caldera en stand by, cuya capacidad de 100 BHP satisface las necesidades del hospital.
- El pico de todo el sistema es de 100 BHP, en caso de crecimiento en número de equipos del hospital de podrá satisfacer la demanda de vapor, mediante el funcionamiento en paralelo de las dos calderas, en caso de ser necesario, cabe indicar que la capacidad de las calderas se hizo teniendo en consideración un crecimiento futuro.

4.1.14 Tabla resumen de las capacidades por tramo.

En la siguiente tabla en la última columna se muestra las capacidades totales más las perdidas por la longitud. como podemos observar son mayores a las capacidades del equipo ya que suma las perdidas por la longitud de las tuberías.

Tabla IV-3 Demanda de vapor por cada equipo más perdidas por la longitud

| N° | Zona | Equipos | Tramo | Consumo Equipo Longitud [kg/hr] | Longitud Real [m] | Longitud Equivalente [m] | Norma 1% /30m (%) | Longitud Aumento (m) | Demanda Total (kg/hr) |
|----|------|---|------------------|---------------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|----------------------|-----------------------|
| 1 | 1 | COCINA HOSPITALARIA CENTRALIZADA | Tramo G-F | 231.518 | 40.000 | 48.000 | 1.600 | 1.016 | 235.222 |
| 2 | 1.1 | Marmitas Volcables | Tramo G-a | 69.800 | 15.000 | 18.000 | 0.600 | 1.006 | 70.219 |
| 3 | 1.2 | Marmitas Volcables | Tramo G-b | 69.800 | 13.000 | 15.600 | 0.520 | 1.005 | 70.163 |
| 4 | 1.3 | Marmitas Volcables | Tramo G-c | 61.960 | 11.000 | 13.200 | 0.440 | 1.004 | 62.233 |
| 5 | 1.4 | Plancha Freidora A vapor. | Tramo G-d | 28.800 | 9.000 | 10.800 | 0.360 | 1.004 | 28.904 |
| 6 | 2 | CENTRAL DE ESTERILIZACIÓN | Tramo H-F | 121.484 | 35.000 | 42.000 | 1.400 | 1.014 | 123.185 |
| 7 | 2.1 | Esterilizador 314 Litros | Tramo H-a | 121.000 | 10.000 | 12.000 | 0.400 | 1.004 | 121.484 |
| 8 | 2.2 | Tramo de Tubería para Servicios 1 y 2 | Tramo F-E | 358.407 | 38.000 | 45.600 | 1.520 | 1.015 | 363.855 |
| 9 | 3 | HUMIDIFICACIÓN Y CONTROL DE HUMEDAD HOSPITALARIO | Tramo S-E | 127.559 | 45.000 | 54.000 | 1.800 | 1.018 | 129.855 |
| 10 | 3.1 | Humidificador #1 | Tramo S-a | 63.500 | 12.000 | 14.400 | 0.480 | 1.005 | 63.805 |
| 11 | 3.2 | Humidificador #2 | Tramo S-b | 63.500 | 10.000 | 12.000 | 0.400 | 1.004 | 63.754 |
| 12 | 3.3 | Tramo de Tubería para Servicios 3 , 2 y 1 | Tramo E-C | 493.710 | 35.000 | 42.000 | 1.400 | 1.014 | 500.622 |
| 13 | 4 | DESECHOS HOSPITALARIOS | Tramo D-C | 72.360 | 10.000 | 12.000 | 0.400 | 1.004 | 72.649 |
| 14 | 4.1 | Esterilizador de desechos Hospitalarios 150 Litros | Tramo D-a | 36.000 | 15.000 | 18.000 | 0.600 | 1.006 | 36.216 |
| 15 | 4.2 | Esterilizador de desechos Hospitalarios 150 Litros | Tramo D-b | 36.000 | 10.000 | 12.000 | 0.400 | 1.004 | 36.144 |
| 16 | 4.3 | Tramo de Tubería para Servicios 4,3 , 2 y 1 | Tramo C-B | 573.271 | 11.000 | 13.200 | 0.440 | 1.004 | 575.794 |

| N° | Zona | Equipos | Tramo | Consumo Equipo Longitud [kg/hr] | Longitud Real [m] | Longitud Equivalente [m] | Norma 1% /30m (%) | Longitud Aumento (m) | Demanda Total (kg/hr) |
|----|------|---|--------------|---------------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|----------------------|-----------------------|
| 17 | 5 | LAVANDERÍA HOSPITALARIA | Tramo L-B | 429.203 | 36.000 | 43.200 | 1.440 | 1.014 | 435.384 |
| 18 | 5.1 | Lavadora Barrera Sanitaria(49Kg) | Tramo L-a | 72.000 | 5.000 | 6.000 | 0.200 | 1.002 | 72.144 |
| 19 | 5.2 | Lavadora Barrera Sanitaria(49Kg) | Tramo L-b | 72.000 | 5.000 | 6.000 | 0.200 | 1.002 | 72.144 |
| 20 | 5.3 | Secadora Rotativa (34Kg) | Tramo L-c | 149.640 | 2.500 | 3.000 | 0.100 | 1.001 | 149.790 |
| 21 | 5.4 | Calandria Prendas Planas | Tramo L-d | 93.580 | 5.000 | 6.000 | 0.200 | 1.002 | 93.767 |
| 22 | 5.5 | Prensa para Prendas forma | Tramo L-e | 24.000 | 5.000 | 6.000 | 0.200 | 1.002 | 24.048 |
| 23 | 5.6 | Plancha para Prendas forma | Tramo L-f | 14.400 | 5.000 | 6.000 | 0.200 | 1.002 | 14.429 |
| 24 | 5.7 | Equipos de Lavado y Secado | Ramal #1 Lav | 294.078 | 20.000 | 24.000 | 0.800 | 1.008 | 296.430 |
| 25 | 5.8 | Equipos de Planchado | Ramal #2 Lav | 132.244 | 10.000 | 12.000 | 0.400 | 1.004 | 132.773 |
| 26 | 5.9 | Tramo de Tubería para Servicios 5,4,3, 2 y 1 | Tramo B-A | 1011.177 | 28.000 | 33.600 | 1.120 | 1.011 | 1022.502 |
| 27 | 6 | SISTEMA DE AGUA CALIENTE SANITARIA | Tramo J-A | 208.666 | 13.000 | 15.600 | 0.520 | 1.005 | 209.751 |
| 28 | 6.1 | Calentador de Agua Instantáneo | Tramo J-A | 208.000 | 8.000 | 9.600 | 0.320 | 1.003 | 208.666 |
| 29 | 7 | MANIFOLD PRINCIPAL | Manifold | 1232.253 | 1.000 | 1.200 | 0.040 | 1.000 | 1232.746 |
| 30 | 7.1 | Salida de Caldero de 100 BHP Hacia Manifold Principal | Tramo 100 | 1232.746 | 20.000 | 24.000 | 0.800 | 1.008 | 1242.608 |
| 31 | 7.2 | Salida de Caldero de 50 BHP Hacia Manifold Principal | Tramo 50 | 627.280 | 15.000 | 18.000 | 0.600 | 1.006 | 631.044 |

Fuente: Propia

4.2 CÁLCULO DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE DUAL

Se diseñará el sistema de combustible, para los dos generadores de vapor seleccionados para turno de la mañana y tarde trabajando a su capacidad máxima.

Según la Tabla IV-2 Selección Calderas para funcionamiento de instalaciones por turnos en hospital

- 01 generador de vapor 100 BHP (Turno Mañana)
- 01 generador de vapor 50 BHP (Turno Tarde)
- 01 generador de vapor 100 BHP (Stand By)

4.2.1 Selección de combustible para generadores de vapor

Para realizar la selección del tipo de combustible a utilizar, tenemos que seleccionar el combustible que representa la opción más económica en el hospital seleccionaremos el tener dos suministros de combustible.

- El Petróleo D-2, Es la primera opción a tener en cuenta y se realizaran los cálculos para dicho combustible en el presente proyecto.
- Gas Natural (GN), Es la segunda opción ya que es más barato y significara ahorros y demás ventajas.

Se realiza la recomendación para la utilización de un sistema dual es decir utilizando los dos combustibles ya que los quemadores de los generadores de vapor tendrán especificación técnica para quemar los dos tipos combustibles.

El combustible a utilizar en los calderos para la generación de vapor será:

- El Petróleo D-2. Primera Opción
- Gas Natural (GN)Segunda Opción (Gas Virtual)

Se realizará el diseño del gas natural quedando dispuesto para su funcionamiento.

4.2.2 Sistema de combustible con diésel 2

Se realiza el diseño como primera opción con combustible Diesel-2 por un tema de funcionamiento en el menor tiempo posible de las instalaciones térmicas.

4.2.2.1 Características del combustible

Poder calorífico superior del diésel 02 para el cálculo utilizaremos 42 800 kJ/kg y densidad relativa de 0.85

4.2.2.2 Demanda de combustible

La demanda de combustible se debe emplear la siguiente ecuación. Debemos tener en cuenta que el combustible debe de alimentar a dos calderas piro tubulares, Tomando en cuenta los siguientes de la tabla.

| Equipos | Turno | Potencia (BHP) | Potencia (kw) | Eficiencia Min % |
|----------------|--------|----------------|---------------|------------------|
| Caldera 01 | Mañana | 100.000 | 981.300 | 80.000 |
| Caldera 02 | Tarde | 50.000 | 490.650 | 80.000 |
| Totales | | 150.000 | 1471.950 | |

Aplicando la fórmula:

$$Q_{\text{Diesel}} = \left(\frac{\text{Capacidad de las calderas}}{\eta * PC} \right) \text{ Ec. 4}$$

Datos:

Remplazando:

$$Q_{\text{Diesel}} = \left(\frac{1471.950 \text{ kW}}{0.80 * 42800 \text{ kJ/kg}} \right) = 4.30 \times 10^{-2} \text{ kg combustible/seg.}$$

$$Q_{\text{Diesel}} = 4.30 \times 10^{-2} \frac{\text{Kg combustible}}{\text{seg}} \times \frac{1 \text{ Galon}}{3.785 \text{ Litros}} \times \frac{3600 \text{ Seg.}}{1 \text{ hr}}$$

$$Q_{\text{Diesel}} = 40.888 \text{ GPH}$$

Caudal Volumétrico será = 40.888 GPH.

Según la estimación realizada del caudal volumétrico del combustible nos da un resultado para comprobar dicho cálculo tendremos que servirnos de información técnica de fabricante de equipos de calderas. (ANEXO - 0013. Datos técnicos de generadores a vapor)

Por lo cual la estimación final del consumo de combustible D-2 será de:

Caudal Volumétrico será = 36 GPH.

Tomaremos el Caudal Volumétrico Mayor.

4.2.2.3 Cálculo de la capacidad del tanque de combustible

La capacidad del tanque está determinada por el consumo de los calderos en operación y las horas de servicio de los mismos.

$$CAP_{TANQUE} = (\text{Consumo de D - 2 de calderos}) \times (\text{Tiempo de Servicio})$$

El sistema de combustible consta de dos tanques:

- El primero que es el de servicio diario, sirve para almacenar el combustible unos pocos días y es de donde se alimentan directamente las calderas.
- El segundo que es el de reserva, y sirve para satisfacer la demanda de combustible por un tiempo más largo y evitar los desabastecimientos en épocas de escases.

4.2.2.4 Dimensionamiento del tanque de servicio diario

Para dimensionar el tanque de servicio diario se debe considerar que este almacenará suficiente combustible para 6 días laborables, cada día con 8 horas de operación. El siguiente cálculo sirve para determinar la capacidad de este tanque

$$CAP_{Tq \text{ DIARIO}} = (\text{Consumo de D2 de calderos}) \times (\text{Horas de Servicio}) \times (\text{Días Servicio})$$

$$CAP_{Tq \text{ DIARIO}} = (40.888 \text{ GPH}) \times (8 \text{ hr}) \times (6 \text{ días})$$

$$CAP_{Tq \text{ DIARIO}} = 1962.624 \text{ GLN}$$

Se selecciona un **tanque horizontal de 2000 GLN** por ser este de dimensiones comerciales.

4.2.2.5 Dimensionamiento del tanque de reserva

Para dimensionar el tanque de reserva se debe considerar que este almacenará suficiente combustible para 30 días laborables, cada día con 8 horas de operación. El siguiente cálculo sirve para determinar la capacidad de este tanque

$$CAP_{Tq \text{ RESERVA}} = (\text{Consumo de D2 de calderos}) \times (\text{Horas de Servicio}) \times (\text{Días Servicio})$$

$$CAP_{Tq} = (40.888 \text{ GPH}) \times (8 \text{ hr}) \times (30 \text{ días})$$

$$CAP_{Tq} = 9813.12 \text{ GLN}$$

Se selecciona un **tanque vertical de 10 000 GLN**, el cual deberá estar encerrado en un cajón de hormigón por medidas de seguridad, de acuerdo a las normas exigidas por OSINERMIN.

4.2.2.6 Determinación capacidad bomba de combustible

Como ya se mencionó la demanda de combustible que se necesita para alimentar las calderas es de 40.888 GPH, dicha demanda debe ser satisfecha por la bomba de combustible.

Para este caso se recomienda emplear bombas de desplazamiento positivo del tipo de engranajes, ya que su operación será intermitente.

La presión de descarga de la bomba varía:

Presión : 275.79 Entre 1206.58 kPa

Dependiendo del arreglo del sistema de tuberías de combustible, siendo lo recomendado usar 689,48 kPa.

4.2.3 Sistema de combustible con gas natural

Se realiza el diseño como segunda opción con gas natural por un tema de ahorro energético y costos para las instalaciones térmicas del hospital central majes.

Para el diseño utilizaremos la NTP 111.010:2003 GAS NATURAL SECO. Sistema de tuberías para instalaciones internas industriales

4.2.3.1 Características del combustible

Condiciones básicas para el dimensionamiento de las tuberías de gas natural seco depende:

- Máxima cantidad de gas natural seco requerido por los equipos de consumo.
- Demanda proyectada futura, incluyendo el factor de simultaneidad
- Caída de presión permitida entre el punto de suministro y los equipos de consumo.
- Longitud de la tubería y cantidad de accesorios.
- Gravedad específica : 0.65
- poder calorífico a condiciones estándar : 9500 Kcal/m³ = 11.05 kWh
- Velocidad permisible del gas : Inferior 30 m/s

4.2.3.2 Determinación del caudal nominal

La demanda de combustible se debe emplear la siguiente ecuación. Debemos tener en cuenta que el combustible debe de alimentar a dos calderas pirotubulares, tomando en cuenta los siguientes de la tabla

| Equipos | Turno | Potencia (BHP) | Potencia (kw) | Eficiencia Min % | Caudal Volumetrico M3/hr |
|----------------|--------|----------------|---------------|------------------|--------------------------|
| Caldera 01 | Mañana | 100.000 | 981.300 | 80.000 | 111.007 |
| Caldera 02 | Tarde | 50.000 | 490.650 | 80.000 | 55.503 |
| Totales | | 150.000 | 1471.950 | | 166.510 |

Aplicando la fórmula:

$$Q_{\text{Gas Natural}} = \left(\frac{\text{Capacidad de las calderas}}{\eta * PC} \right) \text{ Ec. 4}$$

Remplazando:

$$Q_{\text{Gas Natural}} = \left(\frac{1471.950 \text{ kW}}{0.80 * 11.05 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^3}} \right)$$

$$Q_{\text{Gas Natural}} = 166.510 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}}$$

$$\text{Caudal Volumétrico será} = 166.510 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}}$$

Según la estimación realizada del caudal volumétrico del combustible nos da un resultado para comprobar dicho cálculo tendremos que servirnos de información técnica de fabricante de equipos de calderas. (ANEXO - 0013. Datos técnicos de generadores a vapor)

$$\text{Caudal Volumétrico será} = 142 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}}.$$

Por lo cual la estimación final del consumo de Gas Natural consideraremos el de mayor valor.

$$\text{Caudal Volumétrico será} = 166.510 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}}$$

4.2.3.3 Cálculo red de distribución de gas natural

Para realizar este cálculo debemos utilizar la siguiente formula de Renouard cuadrática para presiones en el rango de 0 kPa a 400 kPa (0 bar a 4 bar); válida para $Q/D < 150$

$$P_1^2 - P_2^2 = 48.6x DRxL_{Eq}xQ^{1.82}xD^{-4.82}$$

donde:

$P_1^2 - P_2^2$ Son las presiones Absolutas al Inicio y Al final de un tramo en bar.

DR : Es la densidad Relativa del Gas

L_{Eq} : Es la Longitud Equivalente del Tramo en m.

Q : Es el caudal en m³/h

D : Es el diametro Interior de la conduccion en mm

4.2.3.4 Pasos para el cálculo.

Para poder determinar los diámetros de tubería seguiremos los siguientes pasos para el cálculo.

- Determinación del diámetro de la tubería
- Estandarización del diámetro de la tubería
- Hallar la presión final en el tramo.
- Comprobación de la velocidad menor a 30 m/seg.

Una velocidad de circulación elevada produce ruidos molestos en las instalaciones, que pueden transmitirse a todo el conjunto. Para evitar este fenómeno se limitará ésta a 30 m/seg. Para el cálculo de la velocidad final del tramo V en m/s, teniendo en cuenta que el gas es un fluido compresible, se aplica la siguiente fórmula

Siendo:

$$V = 354 \times \frac{Q \times Z}{P \times D^2}$$

V = m/ seg

Q = Caudal en m³/h.

P = Presión absoluta en bar.

$Z = 1$ (para las presiones que estamos trabajando)

D = Diámetro en mm

4.2.3.5 Tramos de tubería a calcular

Los tramos a Calcular son

Tramo A-B : Que va desde la válvula de acometida de la red de distribución de MPB hacia el Armario de Regulación.

Tramo A'-B : Que va desde la válvula de acometida tanque de almacenamiento de MPB hacia el armario de regulación.

En ambos casos son tuberías que van enterradas y al llegar al armario de regulación se realiza un acople de transición de PE/AC.

Datos para el cálculo:

- Presión en el punto A : 3 bar Manométrica
- Presión atmosférica : 0.754
- Presión en el Punto B : 1.5bar Manométrica
- Tipo de tubería : Polietileno
- Longitud equivalente : 30m
- Densidad relativa : 0.65

Tramo B-C

- Presión en el punto A : 3 bar Manométrica
- Presión atmosférica : 0.754
- Presión en el punto B : 1.5bar Manométrica

- Tipo de tubería : Polietileno
- Longitud equivalente : 18m

Aplicando la fórmula de Renouard para el **Tramo A-B**:

$$P_1^2 - P_2^2 = 48.6 \times DR \times L_{Eq} \times Q^{1.82} \times D^{-4.82}$$

$$3.754^2 - 2.254^2 = 48.6 \times 0.65 \times 30 \times 166.510^{1.82} \times D^{-4.82}$$

Despejando el Diámetro de Obtenemos;

$$D = 18.125 \text{ mm}$$

Una vez obtenido el diámetro tendremos que estandarizar este a uno comercial que según el ANEXO - 0014. Sistema de Combustible Gas Natural

Estandarizamos el diámetro obtenido a

$$D = 33.400 \text{ mm}$$

Calculamos la presión final real en el punto B con el diámetro que estandarizamos el comercial utilizando nuevamente la Formula de Renouard y despejamos la P2

$$3.754^2 - P_2^2 = 48.6 \times 0.65 \times 30 \times 166.510^{1.82} \times 33.400^{-4.82}$$

$$P_2 = 3.690 \text{ bar abs}$$

Ahora comprobaremos la velocidad la cual por norma no debería de exceder los 30 m/s.

En este cálculo también utilizaremos el diámetro comercial.

$$V = 354 \times \frac{Q \times Z}{P \times D^2}$$

$$V = 354 \times \frac{166.510 \times 1}{3.721 \times 33.400^2}$$

$$V = 14.312 \text{ m/s}$$

De acuerdo a la condición propuesta para este tipo de cálculo la velocidad obtenida está dentro del límite. Si esta sobrepasara tendríamos que volver a realizar el cálculo con un diámetro mayor que sea comercial.

Como se pudo observar tenemos los diámetros de tuberías ya sean de Polietileno o Acero a continuación mostraremos los resultados de los cálculos Obtenidos de los diferentes tramos.

Pérdida total aceptada 1.5mbar/m

Tabla IV-4 Resultados de cálculo de tuberías de Gas Natural para Generadores de Vapor

| N° | Tramo | Potencia Kw | Coef. Sim. | P. Inicial Bar (ABS) | P. Final Bar (ABS) | D.R. | Longitud Real (m) | Longitud Equi. (m) | Consumo Q (m3/h) | Diametro calculado (mm) | Diametro Comercial (mm) | P. Final Bar (ABS) | Velocidad Maxima (m/s) |
|----|-------|-------------|------------|----------------------|--------------------|-------|-------------------|--------------------|------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------|------------------------|
| 1 | A-B | 1471.950 | 1.000 | 3.754 | 2.254 | 0.650 | 25.000 | 30.000 | 166.510 | 18.125 | 33.400 | 3.690 | 14.318 |
| 2 | A'-B | 1471.950 | 1.000 | 3.754 | 2.254 | 0.650 | 15.000 | 18.000 | 166.510 | 16.302 | 32.000 | 3.707 | 15.527 |
| 3 | B-C | 1471.950 | 1.000 | 2.254 | 0.807 | 0.650 | 8.000 | 9.600 | 166.510 | 16.581 | 33.400 | 2.220 | 23.800 |
| 4 | C-D | 1471.950 | 1.000 | 2.244 | 0.887 | 0.650 | 20.000 | 24.000 | 166.510 | 20.226 | 33.400 | 2.158 | 24.485 |
| 5 | D-E | 1471.950 | 1.000 | 2.219 | 0.821 | 0.650 | 10.000 | 12.000 | 166.510 | 17.516 | 33.400 | 2.176 | 24.283 |
| 6 | E-F | 1471.950 | 1.000 | 2.206 | 0.821 | 0.650 | 10.000 | 12.000 | 166.510 | 17.564 | 33.400 | 2.163 | 24.427 |
| 7 | F-G | 1471.950 | 1.000 | 2.194 | 0.767 | 0.650 | 2.000 | 2.400 | 166.510 | 12.559 | 33.400 | 2.185 | 24.181 |
| 8 | G-H | 490.650 | 1.000 | 2.191 | 0.854 | 0.650 | 15.000 | 18.000 | 55.503 | 12.696 | 26.700 | 2.165 | 12.729 |
| 9 | H-I | 490.650 | 1.000 | 2.166 | 0.767 | 0.650 | 2.000 | 2.400 | 55.503 | 8.345 | 26.700 | 2.163 | 12.744 |
| 10 | G-J | 981.300 | 1.000 | 2.191 | 0.807 | 0.650 | 8.000 | 9.600 | 111.007 | 14.420 | 33.400 | 2.175 | 16.198 |
| 11 | J-K | 981.300 | 1.000 | 2.177 | 0.854 | 0.650 | 15.000 | 18.000 | 111.007 | 16.547 | 33.400 | 2.146 | 16.418 |
| 12 | K-L | 981.300 | 1.000 | 2.150 | 0.767 | 0.650 | 2.000 | 2.400 | 111.007 | 10.880 | 33.400 | 2.146 | 16.417 |
| 13 | J-M | 981.300 | 1.000 | 2.177 | 0.807 | 0.650 | 8.000 | 9.600 | 111.007 | 14.466 | 33.400 | 2.160 | 16.306 |
| 14 | M-N | 981.300 | 1.000 | 2.165 | 0.854 | 0.650 | 15.000 | 18.000 | 111.007 | 16.594 | 33.400 | 2.133 | 16.515 |
| 15 | N-O | 981.300 | 1.000 | 2.137 | 0.767 | 0.650 | 2.000 | 2.400 | 111.007 | 10.911 | 33.400 | 2.133 | 16.514 |

Fuente: Propia

Con Respecto a la Tabla-IV-4 Se muestran los cálculos realizados para diferentes tramos de tubería de gas natural que alimentan a los generadores de vapor del hospital para referencias de los metrados y cuadro podemos ver en Plano 0010 de combustible con Gas Natural

Se realiza el cálculo de tuberías para 03 calderas, pero solo deben de entrar en funcionamiento en paralelo 02 ya que una es Stand By.

Los diámetros comerciales de tubería de acero fueron tomados del ANEXO - 0014.

Sistema de Combustible Gas Natural

4.2.4 Dimensionamiento de la chimenea

En la Distrito de Majes (1410 msnm) para quemar 1 kg de diésel se necesitan 25 (21.96) kg de aire, y se producen 26 (22.96) kg de gases de combustión; de esta forma se obtendrá una combustión excelente con un exceso de aire del 24%

Del párrafo anterior se puede concluir que por los 3.44×10^{-2} kg/s de diésel que se consumen, se producirán 1.1 kg/s de gases de combustión.

Es importante mencionar que los gases de combustión salen a una temperatura aproximada de 250 °C, dicha temperatura es superior a 120 °C que corresponde a la temperatura de rocío de los derivados de azufre presentes en los gases de combustión, pues de no ser así ocasionaría daños en la chimenea por efectos corrosivos.

Los gases de combustión deben abandonar la caldera a una velocidad tal que los costos de construcción y las pérdidas de tiro por fricción no sean elevados, por esta razón las velocidades recomendadas fluctúan entre 7.62 m/s y 9.14 m/s.

Para determinar el área de la sección transversal de la chimenea se debe emplear la siguiente Ecuación

$$A = \frac{m}{\rho * V}$$

Para determinar el área de la sección transversal de la chimenea se considerará un caudal de 1.1 kg/s de gases de combustión, una velocidad de 7.62 m/s según recomendaciones

que se mostraron en párrafos anteriores, una densidad de los gases de combustión idéntica a la que tiene el aire a la misma temperatura y presión, es decir 0.6746 kg/m^3 a $250 \text{ }^\circ\text{C}$ y $101,3 \text{ kPa}$

Al remplazar en la ecuación 5 los datos mencionados en el párrafo anterior se obtienen:

Datos:

A: Area de seccion transversal m^2

m: 1.1 kg/seg Caudal Masico

ρ : $0.6746 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ Densidad Gases

V: $7.62 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ Velocidad Recomendada

Reemplazando:

$$A = \frac{m}{\rho * V} = \frac{1.1 \text{ Kg/seg}}{0.6746 \times 7.62 \text{ m/seg}} = 0.21 \text{ m}^2$$

Hallamos el diámetro:

$$D = \sqrt{\frac{4 * A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 * 0.21 \text{m}^2}{\pi}} = 0.517 \text{m} = 517 \text{mm}$$

Una sección transversal con un área de 0.21 m^2 , que corresponde a un diámetro de 517 mm , elegimos un diámetro de 500 mm

Para este proyecto la altura de la chimenea debería tener aproximadamente 15 m para tener una combustión satisfactoria.

Datos de fabricación de chimenea:

Tabla IV-5 Datos técnicos para chimenea de generadores de vapor

| CHIMENEA PARA GENERADORES DE VAPOR | | |
|------------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| N° | Turno | Datos |
| 1 | Densidad | 0.6746 kg/m ³ |
| 2 | Area de la Seccion Transversal | 0.21 m ² |
| 3 | Diametro | 517mm |
| 4 | Temperatura de Salida | 250 °C |
| 5 | Temperatura de Rocío | 120 °C |
| 6 | Velocidad Recomendada | 7.62-9.14 m/s |

Propia: Propia

4.3 CÁLCULO DEL SISTEMA DE AGUA

El cálculo del sistema de agua se refiere a todas las instalaciones que afectan a las instalaciones térmica del hospital de majes.

4.3.1 Tratamiento de agua dentro caldero

El tratamiento del agua dentro del caldero realizaremos la selección del equipo de tratamiento de agua dentro del caldero mediante el ANEXO - 0015. sistema de agua blanda y dura sistemas de alimentación química – Modelo CFS selección del sistema dosificador de productos químicos

Seleccionaremos el siguiente equipo:

- Disponible para cualquier tamaño de caldera de 100 BHP y 50 BHP
- Tamaños de tanque desde 20 hasta 500 galones
- Materiales de tanque: acero de carbono,
- Presión de hasta 180 psig
- Bombas totalmente ajustables de 0.015 a 60 GPH

4.3.2 Cálculo del sistema de agua de alimentación

El sistema de agua de alimentación está dividido en dos subsistemas;

- El primero que alimenta a las calderas, y lleva el agua desde el tanque de almacenamiento o tanque desgasificador hacia las calderas.
- El segundo que repone las pérdidas, y lleva el agua desde la cisterna de agua dura. Pasando por los ablandadores hasta el tanque de almacenamiento

Lo primero a determinar en el diseño del sistema de agua de alimentación es la capacidad de evaporación de las calderas, esto se obtiene considerando que por cada BHP de capacidad de la caldera se necesita suministrar 0,069 GPM.

Para la caldera de 100 BHP teniendo la relación anterior:

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ BHP} & = & 0.069 \text{ GPM} \\ 100 \text{ BHP} & = & X \text{ GPM} \\ X & = & 6.900 \text{ GPM} \end{array}$$

Para la caldera de 50 BHP teniendo la relación anterior:

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ BHP} & = & 0.069 \text{ GPM} \\ 50 \text{ BHP} & = & X \text{ GPM} \\ X & = & 3.450 \text{ GPM} \end{array}$$

El consumo de agua total sería de 10.350 GPM de las 2 calderas de 100BHP y 50 BHP trabajando en paralelo. Pero para fines de diseño se debe considerar un valor entre 1,5 y 2,0 veces la capacidad de evaporación de las calderas, por lo que se consideró:

Consumo total de: 20.700 GPM.

4.3.2.1 Diseño del sistema del tanque desgasificador del agua de alimentación al caldero

El tanque de alimentación a las calderas, tanque desgasificador, o denominado también tanque de condensado.

4.3.2.1.1 Determinación del volumen del tanque desgasificador

Considerando que el tanque de almacenamiento deberá satisfacer la demanda de las calderas por unos 30 minutos, que solo debe llenarse hasta un máximo del 70%, y que las calderas necesitan un suministro de agua de 20.700 GPM.

$$CAP = 20.700 \text{ GPM} \times 30 \text{ Min} \times 0.7$$

$$CAP = 434.7 \text{ Gln}$$

Entonces debe tener un volumen mínimo de 434.700 galones. Se decide y seleccionara un tanque con una capacidad de 500 Gln

Capacidad del tanque Desgasificador 500 Galones

El agua de alimentación a las calderas debe estar a la temperatura más alta posible para evitar problemas de dilatación, contracciones y choques térmicos dentro de la caldera por esta razón de utilizar un mismo tanque para almacenar la reserva mínima y para recibir los retornos de condensado lográndose así elevar la temperatura del agua de repuesto.

Considerada Anteriormente como 71°C

4.3.2.2 Diseño del sistema de tuberías.

Para diseñar el sistema de tuberías se debe considerar algunos parámetros, que se mencionan a continuación y seguidamente trataremos cada punto:

- Tipo De Operación
- Temperatura A La Succión
- Capacidad
- Presión de descarga

4.3.2.2.1 Tipo de operación

El tipo de operación se refiere al régimen de trabajo, es decir si el sistema operará de forma continua o intermitente.

Dado que las calderas que se emplean son de baja capacidad, el sistema trabajará de forma intermitente tanto para la alimentación de las calderas como para la reposición

4.3.2.2.2 Temperatura a la succión

Para el caso del sistema de reposición, este tendrá una temperatura a la succión de 15 °C, ya que toma el agua de las cisternas y se encuentran a temperatura ambiente.

Para el caso del sistema de agua de alimentación de las calderas, este tendrá una temperatura a la succión de 71°C, ya que toma el agua del tanque de retorno de condensados

4.3.2.2.3 Capacidad

La capacidad se refiere al caudal que el sistema debe transportar, y sirve para seleccionar las tuberías y las bombas.

El consumo de agua total sería de 20.700 GPM de 2 generadores de vapor trabajando en paralelo.

Consumo total de: 20.700 GPM.

4.3.2.2.4 Presión de descarga

Para el caso del sistema de agua de reposición se decidió emplear

- Tubería de acero : SCH 40
- diámetro : ¾”
- Pérdidas Consideradas : 7.27 m por cada 100 m

para el sistema de alimentación de las calderas

- Tubería de acero : SCH 40
- diámetro : 1”
- Pérdidas consideradas : 9.50 m por cada 100 m

Se decidió emplear estas tuberías por ser las que tienen menores pérdidas de fricción. La siguiente tabla muestra las longitudes de las tuberías, pérdidas menores y totales en el sistema de reposición y en de alimentación de las calderas

Tabla IV-6 Pérdidas en el sistema de agua de alimentación

| Medida | Reposición Cisterna de agua a tanque desgasificador (m) | Tanque desgasificador hacia Alimentación Calderas (m) |
|-----------------------|---|---|
| Altura | 9.505 | 2.505 |
| Longitud | 135.000 | 14.505 |
| Pérdidas por fricción | 0.877 | 1.388 |
| Pérdidas menores | 0.455 | 0.922 |
| Pérdidas totales | 1.322 | 2.299 |

Fuente: Propia

4.3.2.3 Potencia de bomba al tanque desgasificador.

Esta se considerará los siguientes tramos:

- Desde la cisterna de agua dura hacia el ablandador con una longitud de separación de 135m
- Desde los ablandadores de agua hasta el tanque desgasificador con una longitud de separación de 25m

Para determinar el cabezal de las bombas que se emplearán, se recurre a la primera ley de la termodinámica expresada por medio de la ecuación de la energía aplicada a un fluido incompresible.

$$h_P = \left(\frac{P_2 - P_1}{\rho * g} \right) + (Z_2 - Z_1) + h_{P\ 1-2} \text{ Ec. 3}$$

Datos:

ρ = Densidad del agua 1000 kg/m³

g = Aceleración de la gravedad 9.81 m/s²

Para el caso de la bomba para el agua de reposición

- El punto 1 es la cisterna de agua dura que está a presión atmosférica. (101.325 kPa).
- El punto 2 ablandadores de agua ubicados en sala de calderas. (101.325 kPa).
- El punto 3 tanque desgasificador en sala de calderas (620.53 kPa).
- Los valores de $Z_2 - Z_1$ y h_{L1-2} se pueden ver en la tabla anterior y son 9,50 m, y 1,32 m respectivamente.

4.3.2.3.1 Tramo de 1-2

Los datos en el Punto 1 son:

- Presión : 101.325 kPa
- Altura : 0.00 m

Los datos en el Punto 2 son:

- Presión : 537 kPa
- Altura : 8 m

Consideraremos unas Totales de:

- Pérdidas Totales : 1.2

Reemplazando los datos en la fórmula:

$$h_{P1-2} = \left(\frac{P_2 - P_1}{\rho * g} \right) + (Z_2 - Z_1) + h_{P1-2}$$

$$h_{P1-2} = \left(\frac{537\,000\text{ Pa} - 101\,325\text{ Pa}}{1000 * 9.81} \right) + (8.00\text{m} - 0\text{m}) + 1.20\text{m}$$

$$h_{p1-2} = 53.611 \text{ m}$$

4.3.2.3.2 Tramo de 2-3

Los datos en el Punto 2 son:

- Presión : 537 kPa
- Altura : 8 m

Los datos en el Punto 3 son:

- Presión : 620.530 kPa
- Altura : 2.8 m

Consideraremos unas Totales de:

- Pérdidas Totales : 0.12

Reemplazando los Datos en la Formula:

$$h_{p2-3} = \left(\frac{P_3 - P_2}{\rho * g} \right) + (Z_2 - Z_1) + h_{p1-2}$$

$$h_{p2-3} = \left(\frac{620\,530 - 537\,000 \text{ Pa}}{1000 * 9.81} \right) + (2.800) + 1.22\text{m}$$

$$h_{p2-3} = 12.535 \text{ m}$$

La sumatoria de los 02 tramos:

$$h_{p\text{suma}} = 53.611 \text{ m} + 12.535 \text{ m}$$

$$h_{p\text{suma}} = 66.146 \text{ m}$$

Es decir, que la bomba que se emplee para el agua de reposición debe ser capaz de vencer un cabezal aproximado de 66.146 m.

Potencia de la bomba de la línea de tubería que va desde el tanque cisterna de agua dura hasta el tanque desgasificador

$$P = \frac{\gamma * Q * h_P}{76 * \eta}$$

Donde:

P = Potencia de accionamiento H. P.

γ = Peso específico del fluido kg – f/m³

Q = Caudal de bombeo m³/seg

h_P = Altura de bombeo m

η = Eficiencia de la bomba Adimecional

Remplazando todos los datos anteriores en la ecuación se tiene como resultado un valor de se consideró un consumo total de

Datos:

- $Q = 20.700 \text{ GPM} = 0.001306 \text{ m}^3/\text{seg}$
- $h_{P\text{suma}} = 66.146 \text{ m}$
- eficiencia = 85% Considerada

$$P = \frac{1000 \text{ kg - f/m}^3 * 0.001306 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}} * 66.146\text{m}}{76 * 0.85}$$

$$P = 1.337 \text{ H. P.}$$

Pero para fines de diseño consideraremos una potencia de:

$$P = 2.0 \text{ H. P.}$$

4.3.2.4 Potencia de la bomba a las calderas

El primero que alimenta a las calderas, y lleva el agua desde el tanque desgasificador hacia los generadores de vapor.

Para determinar el cabezal de las bombas que se emplearán, se recurre a la primera ley de la termodinámica expresada por medio de la ecuación de la energía aplicada a un fluido incompresible.

4.3.2.4.1 Tramo de 4-5

Los datos en el Punto 4 son:

- Presión : 620.530 kPa
- Altura : 0.0 m

Los datos en el Punto 5 son:

- Presión : 1034.21kPa
- Presión Adicional : 172.37kPa según recomendaciones Generadores
- Presión Total : 1206.58 kPa.
- Altura : 2.50 m

Consideraremos unas Totales de:

- Pérdidas Totales : 2.29

Reemplazando los Datos en la Formula:

$$h_{P\ 4-5} = \left(\frac{P_4 - P_5}{\rho * g} \right) + (Z_2 - Z_1) + h_{P\ 1-2}$$

$$h_{P\ 4-5} = \left(\frac{1206580\text{Pa} - 620530\ \text{Pa}}{1000 * 9.81} \right) + (2.50\text{m}) + 2.29\text{m}$$

$$h_{p\ 4-5} = 64.530\text{ m}$$

Es decir, que la bomba que se emplee para el agua de alimentación de la caldera debe ser capaz de vencer un cabezal aproximado de 65 m. Esta bomba viene generalmente ya como suministro de la caldera a comprada.

4.3.2.5 Cálculo del sistema de ablandamiento de agua potable.

En este trabajo se emplea un ablandador para realizar el tratamiento al agua de reposición debido a su eficacia y bajo costo de operación.

Para seleccionar el ablandador se debe considerar:

- Agua de reposición tiene un caudal de 20.700 GPM.
- El sistema operara en promedio 8 horas diarias.
- Dureza del agua de alimentación es de 300 ppm.

En la siguiente tabla se muestra los grados de dureza del agua calculado como carbonato de calcio

Tabla IV-7 Tabla de dureza de agua Majes.

| Nº | Grado de Dureza | (mg/l) Como CaCO ₃ |
|----|--------------------|-------------------------------|
| 1 | Blanda | 0-75 |
| 2 | Moderadamente Dura | 75-150 |
| 3 | Dura | 150-300 |
| 4 | Muy dura | >300 |

Fuente: Ministerio de Salud

Para nuestro caso se considerará agua dura las equivalencias de unidades son:

$$1\text{ ppm equivale} = 1\text{ mg/L}$$

Ciclo de regeneración

Las unidades pequeñas por lo general se calculan teniendo como base la necesidad de agua para una semana para así efectuar la regeneración durante los fines de semana, cuando el consumo disminuye

Cuando el consumo de agua es muy grande o el agua potable de red es muy dura el ciclo mínimo recomendable es de 24 horas para cada unidad para nuestro caso se efectuará cada 6 días.

Número de unidades

Para ablandar el agua utilizaremos dos equipos. Uno de ellos capaz de soportar la carga completa cuando se regenera el otro. Cuando el consumo es suficientemente grande, es deseable contar con un número mayor de unidades durante la regeneración.

4.3.2.6 Consumo total de agua blanda

Requerimiento de agua para usos de lavandería

Para el cálculo de los requerimientos de agua blanda en lavandería recurrimos a las siguientes consideraciones:

- Catálogos de los fabricantes de los equipos
- Factor de seguridad en la selección del equipo (20%) la cual añadiremos a los cálculos teóricos realizados.
- En el mejor de los casos se cargará, una vez la lavadora en una hora, (siendo lo normal 70 minutos por carga)

Resultando

- La lavadora según catalogo consume 850 litros por carga, en una hora tendrá en el mejor de los casos una carga, y son dos lavadoras y el agua de reposición de las calderas, entonces el consumo de agua en la lavadora por hora será de:

$$\begin{aligned} \text{Agua Generadores Vapor} &= 20.700 \text{ GPM} \\ &= \mathbf{4701.469 \text{ litros/hr}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Aguas lavadoras sanitarias} &= 850 \text{ litros} \times 2 \times 1.2 \text{ (Factor)} \\
 &= \mathbf{2040.000 \text{ litros/hr}} \\
 \\
 \text{Consumo total de agua blanda} &= 4701.469 + 2040.000 \\
 &= 6741.467 \text{ litros/hr} \\
 \\
 \text{Consumo total de agua blanda} &= 29.682 \text{ GPM}
 \end{aligned}$$

Para estimar la capacidad del ablandador se debe realizar el siguiente cálculo:

La resina a utilizar como base al cálculo será Amberlita IR-120plus, la capacidad de la zeolita es de 30 000 granos por pie cubico de resina. Las características de la resina están especificadas (ANEXO - 0015. Sistema de agua blanda y dura).

Equivalencias entre sistemas

| Equivalencias Entre Sistemas | |
|------------------------------|--------------------------------|
| 1 PPM (Partes por Millon) | 0.058 GPG (Grano por Galon) |

4.3.2.7 Selección de suavizador

El cálculo típico para seleccionar un suavizador se realizará en 06 pasos y tendremos la cantidad de dureza a remover por día.

4.3.2.7.1 Determinar dureza en el agua

Datos:

Dureza del agua: 300ppm

Convirtiendo de PPM a GPG dividimos entre 17.1

$$\frac{300\text{ppm}}{17.1} = 17.544 \frac{\text{Granos}}{\text{galon}}$$

4.3.2.7.2 Determinar capacidad del agua a regenerar

Consumo de los generadores de vapor más el consumo de las lavadoras para este caso ya tenemos el dato de cálculos realizados anteriormente.

$$\text{Consumo total de agua blanda} = 29.682 \frac{\text{Galones}}{\text{Min}}$$

4.3.2.7.3 Determinar la cantidad de condensados recuperados, y determinar la alimentación neta a la caldera.

Consideraremos un porcentaje de retorno de condensado de 25% por lo tanto a nuestra capacidad de la alimentación de diseño restaremos el 25%.

$$Q_{NETO} = 29.682 \frac{\text{Galones}}{\text{Min}} - 25\% * 29.682 \frac{\text{Galones}}{\text{Min}}$$

$$Q_{NETO} = 29.682 \frac{\text{Galones}}{\text{Min}} - 7.421 \frac{\text{Galones}}{\text{Min}}$$

$$Q_{NETO} = 22.262 \frac{\text{Galones}}{\text{Min}}$$

4.3.2.7.4 Determinar la alimentación total requerida por día

$$\text{Tiempo de Operación} = 08 \text{ Horas por día}$$

$$\text{Caudal Neto } Q_{NETO} = 22.262 \frac{\text{Galones}}{\text{Min}}$$

$$\text{Consumo total de agua blanda} = 22.262 \frac{\text{galones}}{\text{min}} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hr}} \times \frac{8 \text{ hr}}{\text{Dia}}$$

$$\text{Consumo total de agua blanda} = 10\ 685.760 \frac{\text{Galones}}{\text{Dia}}$$

4.3.2.7.5 Determinar los granos totales de dureza a remover por día

Una vez obtenida la alimentación total requerida por día y la dureza en el agua determinaremos los granos totales de dureza a remover por día.

$$= \left(10\,685.760 \frac{\text{Galones}}{\text{Dia}} \right) * \left(17.544 \frac{\text{Granos}}{\text{Galones}} \right)$$

$$= 187\,470.973 \frac{\text{Granos}}{\text{Dia}}$$

4.3.2.7.6 Consideración de un margen de error

La información básica para seleccionar el suavizador y obtener agua suavizada para alimentación a los generadores de Vapor tiene que tener un margen de seguridad y tomaremos un 15%

$$= 187\,470.973 \frac{\text{Granos}}{\text{Dia}} + 15\% * 187\,470.973 \frac{\text{Granos}}{\text{Dia}}$$

$$= 187\,470.973 \frac{\text{Granos}}{\text{Dia}} + 28\,120.646 \frac{\text{Granos}}{\text{Dia}}$$

$$= 215\,591.619 \frac{\text{Granos}}{\text{Dia}}$$

4.3.2.7.7 Capacidades promedio del suavizador

En la selección de un suavizador de agua, primero hay que estar familiarizado en cuáles son las capacidades de un suavizador comercial. Los tres niveles convencionales para los suavizadores son:

- 30,000 granos por pie³ de resina (regenerando con 15 libras de sal por pie³ de resina)
- 25,000 granos por pie³ de resina (regenerando con 10 libras de sal por pie³ de resina)
- 20,000 granos por pie³ de resina (regenerando con 5 libras de sal por pie³ de resina)

Utilizaremos el primer nivel convencional que es Cada pie cubico de Amberlita IR-120 tiene una alta capacidad de operación y eficiencia de regeneración removerá 30 000 granos de dureza cuando es regenerado con 15 libras de sal

$$\frac{30\,000 \text{ granos}}{1 \text{ pie cubico de resina}} = \frac{215\,591.619 \frac{\text{Granos}}{\text{Dia}}}{X}$$

$$X = 7.5 \frac{\text{pie cubico de resina}}{\text{Dia}}$$

4.3.2.7.8 Frecuencia de regeneración en el suavizador

En este punto se debe de decir que tan frecuentemente el sistema debería de regenerarse y se deberá regenerar cada 06 días es cuando los equipos no están siendo utilizados o la planta de vapor no funciona.

Regeneración : cada 06 días

$$\frac{7.5 \text{ Pie}^3 \text{ de Resina}}{1 \text{ Dia Operacion}} = \frac{X \text{ Pie}^3 \text{ de Resina}}{6 \text{ Dia Operacion}}$$

$$CAP_{\text{INTERCAMBIO}} = 45.000 \text{ Pie}^3$$

4.3.2.8 Determinar el consumo de sal para la regeneración

El primer nivel convencional que seleccionamos es 30,000 granos por pie³ de resina (regenerando con 15 libras de sal por pie³ de resina)

El Sistema está regenerando con 15 libras (6.804 kg) de sal por 1pie³ de resina por un día de trabajo tendríamos:

$$\text{Consumo Sal} = 7.5 \frac{\text{pie}^3}{1 \text{ Dia}} * 15 \frac{\text{Libras}}{1 \text{ pie}^3} = 112.5 \frac{\text{Libras}}{\text{Dia}}$$

En los 06 días de operación tendremos un Consumo de:

$$\text{Consumo Sal} = 45 \frac{\text{pie}^3}{\text{Dia}} * 15 \frac{\text{Libras}}{1\text{pie}^3} = 675 \frac{\text{Libras}}{\text{Dia}}$$

Este consumo es semanal ya que la regeneración se realizará después de 06 días de operación. En kilogramos tendremos 306.180 kg de sal.

4.3.2.8.1 Tecnología en diseño y operación

Para la selección de un suavizador y lograr un diseño optimo el empleo de dos tanques es indispensable con control automático con operación en base a la demanda de agua los equipos trabajan en alternados

- 01 generara agua suavizada
- 01 se encontrará regenerando

4.4 CÁLCULO DE TUBERIAS DISTRIBUCION DE VAPOR

Para el cálculo de las tuberías podremos dimensionar basándonos en una de los dos tipos es muy importante recordar que en nuestros sistemas tendremos tuberías principales y ramales en esta sección utilizaremos el método de velocidades recomendadas para los ramales y el método de caída de presión para las tuberías principales.

- Velocidad del fluido
- Caída de presión

En nuestros sistemas debemos de tener cuidado de no sobredimensionar o subdimensionar las tuberías. algunas consideraciones nos dan los especialistas en la industria del vapor:

Sobredimensionar tuberías

- Las tuberías serán más caras de lo necesario.
- La calidad del vapor y posterior entrega de calor será más pobre, debido al mayor volumen de condensado que se forma

Subdimensionar tuberías

- La velocidad del vapor y la caída de presión serán mayores generando una presión inferior a la que se requiere en el punto utilizado
- Habrá un mayor riesgo de erosión, golpe de ariete y ruidos a causa del aumento de velocidad

Para el cálculo de tuberías debemos diferenciar algunos conceptos Básicos de Termodinámica que nos ayudaras a un mejor manejo y rapidez de algunas tablas necesarias Es muy importante diferenciar ya que trabajan a diferentes presiones, temperaturas y la velocidad del fluido en el interior de las tuberías son diferentes para cada tipo.

- Tuberías de vapor sobrecalentado
- Tuberías de vapor saturado
- Tuberías de condensado

4.4.1 Procedimiento para el cálculo a realizar.

Para la estandarización del material y numero de cedula tuberías de vapor y poder hallar los diámetros y espesores de las tuberías seguiremos el siguiente procedimiento.

- Hallar el diámetro nominal de la tubería, Para poder determinar el diámetro calculado de tubería de vapor utilizaremos la siguiente Formula.

$$D = \sqrt{\frac{4 * Mv * v}{\pi * W}}$$

En esta fórmula tenemos todos los datos conocidos y podremos determinar el diámetro sin mayores problemas.

- Estandarizar el diámetro calculado a uno comercial (tuberías comerciales de acero al carbono) es decir de preferencia al inmediato superior teniendo en cuenta de no sobrepasar la velocidad del fluido según sea el tipo de tubería principal o Ramal
- comprobación de la velocidad del fluido recalculó del diámetro que se utilizara es el diámetro comercial al que estandarizamos procedemos al respectivo recalculó y se utilizara la siguiente formula.

$$W = \frac{4 * Mv * v}{\pi * D^2}$$

Es importante no sobrepasar el límite de velocidades recomendadas.

- Hallar el espesor de la tubería según norma ASA.

$$t = \frac{P * D_e}{2 * S + 0.8 * P} + C$$

A continuación, procedo a explicar los procedimientos de forma detallada.

4.4.1.1 Procedimiento calcular diámetro nominal de la tubería

Basándonos en la siguiente ecuación para determinar el diámetro de las tuberías, otras opciones para determinar diámetros de tuberías con tablas del ANEXO - 0021. Sistema de distribución de vapor

Cálculo del diámetro interno:

$$D = \sqrt{\frac{4 * Mv * v}{\pi * W}}$$

Di = diametro interno en metros

Mv = flujo masico en kg/Seg

$v =$ volumen específica en $\frac{m^3}{kg}$ (Anexo

– 0019 Factores de Presión para dimensionamiento de Tuberías)

$W =$ velocidad del fluido m/s

Para W tenemos una tabla de referencia extraída del libro de suministros energéticos recomendaciones de velocidad para vapor sobrecalentado vapor saturado y condensado.

Tabla IV-8 Velocidades recomendadas para tuberías

| Naturaleza Del Servicio | Velocidad pies/min (W) | | Velocidad m/seg (W) | |
|-------------------------|------------------------|----------|---------------------|-------|
| | Tuberías Troncales | 4000.00 | 6000.00 | 15.00 |
| Tuberías Ramales | 6000.00 | 10000.00 | 25.00 | 40.00 |

Fuente: Libro de Suministros Energéticos

4.4.1.2 Procedimiento hallar espesor de tubería según norma ASA

El material en las tuberías según norma ASA es de designación ASTM A-S3 especificación M y de grado A

Hallamos el espesor:

$$t = \frac{P * D_e}{2 * S + 0.8 * P} + C$$

$t =$ espesor mínimo de la pared (mm, pulgadas)

$D_e =$ diámetro exterior (mm, pulg)

$P =$ Presión de trabajo $\left(\frac{Kg - f}{cm^2}, psi\right)$

$S =$ esfuerzo máximo permitido en el material $\left(\frac{Kg - f}{cm^2}, psi\right)$

C = espesor adicional, como prevision para resistencia mecanica

Para diametros menores a 1 " $c = 0.05$ pulgadas o 1.27 mm

Para diametros mayores a 1 " $c = 0.065$ pulgadas o 1.65 mm

Teniendo las formulas, unidades y conceptos bien claros procederé al cálculo de tuberías.

4.4.2 Tramos de tubería de vapor a calcular

Se procederá al diseño de tuberías tomando en cuenta las consideraciones mencionadas en líneas anteriores. Los 06 servicios que requieren vapor para su funcionamiento en las instalaciones térmicas del hospital de Majes

En la Tabla IV-9 podemos apreciar todos los tramos de tubería de vapor a calcular todos los tramos mostrados son necesarios para poder distribuir el vapor generado hasta el equipo de uso.

Se realizará el cálculo de tuberías para el servicio de cocina hospitalaria centralizada en todos sus tramos como aplicativos de los procedimientos de cálculo. Los demás servicios se colocarán los resultados en una tabla.

- Cálculo tuberías servicio de cocina hospitalaria centralizada
- Cálculo tuberías servicio central de esterilización
- Cálculo tuberías servicio humidificación y control de humedad hospitalario
- Cálculo tuberías servicio de desechos hospitalarios
- Cálculo tuberías servicio de lavandería hospitalaria centralizada.
- Cálculo tuberías sistema de agua caliente sanitaria ACS

Las cargas de cada tramo y equipo fueron determinadas en el punto 4.1 utilizaremos esos valores.

Tabla IV-9 Descripción puntos tomaron como referencia en tramos de tubería

| N° | Zona | Equipos | Tramo | Descripción | Presión Vapor [bar r] | Temperatura [°C] |
|----|------|---|------------------|--|-----------------------|------------------|
| 1 | 1 | COCINA HOSPITALARIA CENTRALIZADA | Tramo G-F | Tramo principal que alimenta a toda la sección de servicio Central de cocina. | 10.000 | 179.886 |
| 2 | 1.1 | Marmitas Volcables | Tramo G-a | Alimentación de vapor para Marmita #1 de 100 Litros. | 1.500 | 111.350 |
| 3 | 1.2 | Marmitas Volcables | Tramo G-b | Alimentación de vapor para Marmita #2 de 100 Litros. | 1.500 | 111.350 |
| 4 | 1.3 | Marmitas Volcables | Tramo G-c | Alimentación de vapor para Marmita #3 de 50 Litros. | 1.500 | 111.350 |
| 5 | 1.4 | Plancha Freidora A vapor. | Tramo G-d | Alimentación de vapor para Plancha Freidora. | 1.500 | 111.350 |
| 6 | 2 | CENTRAL DE ESTERILIZACIÓN | Tramo H-F | Tramo principal que alimenta a toda la sección de Esterilizador de instrumentos. | 10.000 | 179.886 |
| 7 | 2.1 | Esterilizador 314 Litros | Tramo H-a | Alimentación de vapor para Esterilizador de vapor 314 Litros. | 10.000 | 179.886 |
| 8 | 2.2 | Tramo de Tubería para Servicios 1 y 2 | Tramo F-E | Alimentación de vapor para Central de Esterilización y Cocina Hospitalaria Centralizada | 10.000 | 179.886 |
| 9 | 3 | HUMIDIFICACIÓN Y CONTROL DE HUMEDAD HOSPITALARIO | Tramo S-E | Tramo principal que alimenta a toda la sección de humidificación y control de humedad hospitalario | 10.000 | 179.886 |
| 10 | 3.1 | Humidificador #1 | Tramo S-a | Alimentación de vapor para Humidificador #1 | 4.000 | 143.613 |
| 11 | 3.2 | Humidificador #2 | Tramo S-b | Alimentación de vapor para Humidificador #2 | 4.000 | 143.613 |
| 12 | 3.3 | Tramo de Tubería para Servicios 3, 2 y 1 | Tramo E-C | Alimentación de vapor para Central de Esterilización y Cocina Hospitalaria Centralizada | 10.000 | 179.886 |
| 13 | 4 | DESECHOS HOSPITALARIOS | Tramo D-C | Tramo principal que alimenta a toda la sección de Desechos Hospitalarios. | 10.000 | 179.886 |
| 14 | 4.1 | Esterilizador de desechos Hospitalarios 150 Litros | Tramo D-a | alimenta a toda la sección de Desechos Hospitalarios. | 6.000 | 158.832 |
| 15 | 4.2 | Esterilizador de desechos Hospitalarios 150 Litros | Tramo D-b | alimenta a toda la sección de Desechos Hospitalarios. | 6.000 | 158.832 |
| 16 | 4.3 | Tramo de Tubería para Servicios 4,3, 2 y 1 | Tramo C-B | Alimentación de vapor para Central de Esterilización y Cocina Hospitalaria Centralizada | 10.000 | 179.886 |

| N° | Zona | Equipos | Tramo | Descripcion | Presion Vapor [bar r] | Temperatura [°C] |
|----|------|---|--------------|---|-----------------------|------------------|
| 17 | 5 | LAVANDERÍA HOSPITALARIA | Tramo L-B | Tramo principal que alimenta a toda la sección de Lavandería. | 10.000 | 179.886 |
| 18 | 5.1 | Lavadora Barrera Sanitaria(49Kg) | Tramo L-a | Alimentación de vapor para Lavadora #1 de 49 kg. | 8.500 | 172.943 |
| 19 | 5.2 | Lavadora Barrera Sanitaria(49Kg) | Tramo L-b | Alimentación de vapor para Lavadora #2 de 49 kg. | 8.500 | 172.943 |
| 20 | 5.3 | Secadora Rotativa (34Kg) | Tramo L-c | Alimentación de vapor para Secadora #1 de 34 kg. | 8.500 | 172.943 |
| 21 | 5.4 | Calandria Prendas Planas | Tramo L-d | Alimentación de vapor para Calandria para prendas planas. | 8.500 | 172.943 |
| 22 | 5.5 | Prensa para Prendas forma | Tramo L-e | Alimentación de vapor para Prensa prendas planas. | 8.500 | 172.943 |
| 23 | 5.6 | Plancha para Prendas forma | Tramo L-f | Alimentación de vapor para Plancha prendas planas. | 8.500 | 172.943 |
| 24 | 5.7 | Equipos de Lavado y Secado | Ramal #1 Lav | Alimenta 5.1 - 5.2 - 5.3 | 8.500 | 172.943 |
| 25 | 5.8 | Equipos de Planchado | Ramal #2 Lav | Alimenta 5.4 - 5.5 - 5.6 | 8.500 | 172.943 |
| 26 | 5.9 | Tramo de Tubería para Servicios 5,4,3, 2 y 1 | Tramo B-A | Alimentación de vapor para Central de Esterilizacion y Cocina Hospitalaria Centralizada | 10.000 | 179.886 |
| 27 | 6 | SISTEMA DE AGUA CALIENTE SANITARIA | Tramo J-A | Tramo principal que alimenta a toda la sección de servicio Calentamiento de Agua. | 10.000 | 179.886 |
| 28 | 6.1 | Calentador de Agua Instantáneo | Tramo J-A | Alimentación de vapor para el calentador Instantáneo. | 1.000 | 99.906 |
| 29 | 7 | MANIFOLD PRINCIPAL | Manifold | Recoleccion de vapor de los 02 Generadores de Vapor 100 y 50 BHP | 10.000 | 179.886 |
| 30 | 7.1 | Salida de Caldero de 100 BHP Hacia Manifold Principal | Tramo 100 | Tubería de salida de vapor del caldero de 100 BHP a 180 PSI | 10.000 | 240.000 |
| 31 | 7.2 | Salida de Caldero de 50 BHP Hacia Manifold Principal | Tramo 50 | Tubería de salida de vapor del caldero de 50 BHP a 180 PSI | 10.000 | 240.000 |

Fuente: Propia

4.4.2.1 Cálculo tuberías servicio de cocina hospitalaria centralizada

Realizaremos el cálculo de tuberías de esta zona teniendo en cuenta estándares y consideraciones mencionadas líneas atrás.

4.4.2.1.1 Tramo G-a

Tramo de alimentación de vapor para marmita #1 de 100 litros.

4.4.2.1.1.1 Hallar el diámetro nominal de la tubería

Basándonos en la siguiente ecuación para determinar el diámetro de las tuberías

Cálculo del diámetro interno:

Tomemos en consideración la Tabla IV-3 Demanda de vapor por cada equipo más las pérdidas por la longitud

Datos:

- $v = 0.714 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$ a la $P = 1.5\text{bar}(r)$ **Anexo - 0019**
- $M_v = 70.149 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} = 0.019 \frac{\text{kg}}{\text{Seg}}$
- $W = 30 \frac{\text{m}}{\text{seg}}$ velocidad recomendada para ramales (25 - 40 $\frac{\text{m}}{\text{seg}}$)

Reemplazamos valores:

$$D = \sqrt{\frac{4 * M_v * v}{\pi * W}} = D = \sqrt{\frac{4 * 0.019 * 0.714}{\pi * 30}}$$

$$D = 0.024 \text{ m} = D = 24.318\text{mm}$$

Una vez obtenido el resultado del diámetro procedemos a estandarizar el diámetro con las tablas (**ANEXO - 0018. Tuberías Comerciales de Acero al Carbono**)

$$D = 24.318\text{mm Estandarizamos a } D = 25\text{mm}$$

Después de estandarizar el diámetro procedemos al respectivo recalcó si nuestra velocidad supuesta está dentro del rango de velocidades de vapor saturado.

Haciendo el recalcó de la velocidad para un diámetro estándar según tablas.

Datos:

- $D = 25\text{mm}$
- $v = 0.714 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$ a la $P = 1.5\text{bar(r)}$ **Anexo – 012**
- $Mv = 70.149 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} = 0.019 \frac{\text{kg}}{\text{Seg}}$

Reemplazamos valores:

$$W = \frac{4 * Mv * v}{\pi * D^2} = \frac{4 * 0.019 * 0.714}{\pi * 0.025^2}$$

$$W = 28.386 \frac{\text{m}}{\text{seg}}$$

La velocidad recomendada ramales está dentro del rango

Vapor Saturado Ramales $25 < W < 40 \text{ m/seg}$

Por lo tanto, el diámetro es el correcto.

4.4.2.1.1.2 Hallar el espesor de la tubería según norma ASA.

Especificamos el espesor de la tubería anterior de 25 mm de diámetro nominal que conducirá vapor saturado a 1.5 bar y una temperatura de 111.35°C

Datos:

- $D_e = 42.2 \text{ mm}$ (Tuberías Comerciales de Acero al Carbono)
- $P = 1.5 \text{ bar} \rightarrow (\text{Kg} - \text{f/cm}^2) 1.656 (\text{Kg} - \text{f/cm}^2)$
- $S = 844 (\text{Kg} - \text{f/cm}^2)$ – ASTM Soporta Hasta 121 °C Anexo –
0017 Normas y especificaciones para tuberías de Fuerza

- C = Espesor adicional, como prevision para resistencia mecánica

Para diámetros menores a 1" o 25.5mm c = 0.05 pulgadas o 1.27 mm

Para diámetros mayores a 1" o 25.5mm c = 0.065 pulgadas o 1.65 mm

Remplazamos valores:

$$t = \frac{P * D_e}{2 * S + 0.8 * P} + C = \frac{1.656 * 33.400}{2 * 844 + 0.8 * 1.656} + 1.27$$

$$t = 1.300 \text{ mm}$$

Con el espesor de tubería hallado vamos al **(ANEXO - 0018. Tuberías**

Comerciales de Acero al Carbono) Ingresamos con el diámetro nominal estándar 25 mm y buscamos un espesor estándar.

El resultado más próximo según tablas será. estandarizando las dimensiones de las tuberías el número de cedula

RESULTADOS FINALES OBTENIDOS:

- ✓ Diametro nominal = 25mm.
- ✓ Numero de cedula = STD – Sch. 40
- ✓ Diametro Exterior = 33.400mm
- ✓ Espesor de la pared = 3.380 mm

Los resultados finales obtenidos nos dan muestra y comprobación de una tubería de vapor bien dimensionada este procedimiento se debe aplicar a los demás tramos.

4.4.2.2 Cálculo cabezal de distribución principal.

Determinaremos el diámetro del cabezal o manifold principal de la sala de calderas. Para hallar el diámetro correcto, se tomará la capacidad de generación máxima que corresponde al funcionamiento de dos calderos en paralelo.

- Cap Max = 100 BHP + 50 BHP
- V = 10 m/seg La recomendación velocidad

El flujo total de vapor será la suma de los calderos en funcionamiento en simultáneo:

$$PM = (100 \text{ BHP}) + (50 \text{ BHP})$$

$$PM = 1568.200 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} + 784.100 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

$$PM = 2352.300 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} = 0.653 \frac{\text{kg}}{\text{Seg}}$$

Hallar el caudal Volumétrico:

$$Q = Mv * v$$

Q = Caudal de vapor m³/hr

Mv = Flujo masico de vapor kg/hr

v = volumen especifico m³/kg 180 PSI

Reemplazando:

$$Q = Mv * v = 2352.300 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} * 0.158 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

$$Q = 371.663 \text{ m}^3/\text{hr}$$

- Mv = 2352.300 kg/hr
- v = 0.158 m³/kg a 180 PSI

Calculando el área del cabezal de vapor:

$$A = \frac{Q}{W} = \frac{371.663 \text{ m}^3/\text{hr}}{36\,000 \text{ m/hr.}} = 0.010 \text{ m}^2$$

A = Area transversal de tubería m²

$$Q = 371.663 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$W = 10 \text{ m/seg} = 36000 \text{ m/hr}$$

Calculando el diámetro del cabezal de vapor:

$$A = \frac{\pi \times D^2}{4}$$

$$D_i = \sqrt{\frac{4 \times 0.010}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0.010}{\pi}} = 0.113 \text{ m} = 113.2 \text{ mm}$$

Estandarizamos el diámetro a 125mm

RESULTADOS FINALES OBTENIDOS:

- ✓ Diámetro nominal = 125 mm
- ✓ Numero de cedula = STD – Sch. 40
- ✓ Diámetro Exterior = 141.3 mm
- ✓ Espesor de la pared = 6.55 mm

4.4.3 Cuadro resumen de tablas de tuberías calculadas

En el siguiente cuadro mostramos los resultados de los cálculos realizados de todos los tramos de tuberías de vapor de las instalaciones térmicas del hospital de majes.

Tabla IV-10 Cuadro resumen de tuberías calculadas.

| N° | Tramo | Demanda Total (kg/hr) | Volumen Especifico (m ³ /kg) | Metodo de Calculo | Velocidad del Fluido (m/s) | Diametro Calculado (mm) | Diametro DN Comercial (mm) | Diametro Exterior Real (mm) | Comprobacion Velocidad Fluido (m/s) | Esfuerzo de Diseño S (kg-f/cm ²) | Esesor adicional C (mm) | Esesor de Tubería t (mm) | Esesor Comercial (mm) | Esesor Comercial Weight Class | Esesor Comercial Schedule |
|----|--------------|-----------------------|---|-------------------|----------------------------|-------------------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|--|-------------------------|--------------------------|-----------------------|-------------------------------|---------------------------|
| 1 | Tramo G-F | 235.222 | 0.177 | Caida de Presion | 20.000 | 27.141 | 25.000 | 33.400 | 23.572 | 844.000 | 1.270 | 1.471 | 3.380 | STD | 40.000 |
| 2 | Tramo G-a | 70.219 | 0.714 | V.R. | 30.000 | 24.318 | 25.000 | 33.400 | 28.386 | 844.000 | 1.270 | 1.300 | 3.380 | STD | 40.000 |
| 3 | Tramo G-b | 70.163 | 0.714 | V.R. | 30.000 | 24.308 | 25.000 | 33.400 | 28.363 | 844.000 | 1.270 | 1.300 | 3.380 | STD | 40.000 |
| 4 | Tramo G-c | 62.233 | 0.714 | V.R. | 30.000 | 22.893 | 25.000 | 33.400 | 25.157 | 844.000 | 1.270 | 1.300 | 3.380 | STD | 40.000 |
| 5 | Tramo G-d | 28.904 | 0.714 | V.R. | 30.000 | 15.602 | 15.000 | 21.300 | 32.456 | 844.000 | 1.270 | 1.289 | 2.777 | STD | 40.000 |
| 6 | Tramo H-F | 123.185 | 0.177 | Caida de Presion | 20.000 | 19.641 | 20.000 | 26.700 | 19.288 | 844.000 | 1.270 | 1.430 | 2.870 | STD | 40.000 |
| 7 | Tramo H-a | 121.484 | 0.177 | V.R. | 30.000 | 15.926 | 15.000 | 21.300 | 33.817 | 844.000 | 1.270 | 1.398 | 2.777 | STD | 40.000 |
| 8 | Tramo F-E | 363.855 | 0.177 | Caida de Presion | 20.000 | 33.756 | 32.000 | 42.200 | 22.255 | 844.000 | 1.650 | 1.904 | 3.560 | STD | 40.000 |
| 9 | Tramo S-E | 129.855 | 0.177 | Caida de Presion | 20.000 | 20.166 | 20.000 | 26.700 | 20.333 | 844.000 | 1.270 | 1.430 | 2.870 | STD | 40.000 |
| 10 | Tramo S-a | 63.805 | 0.374 | V.R. | 30.000 | 16.777 | 15.000 | 21.300 | 37.529 | 844.000 | 1.270 | 1.321 | 2.777 | STD | 40.000 |
| 11 | Tramo S-b | 63.754 | 0.374 | V.R. | 30.000 | 16.770 | 15.000 | 21.300 | 37.499 | 844.000 | 1.270 | 1.321 | 2.777 | STD | 40.000 |
| 12 | Tramo E-C | 500.622 | 0.177 | Caida de Presion | 20.000 | 39.595 | 40.000 | 48.300 | 19.597 | 844.000 | 1.650 | 1.940 | 3.680 | STD | 40.000 |
| 13 | Tramo D-C | 72.649 | 0.177 | Caida de Presion | 20.000 | 15.083 | 15.000 | 21.300 | 20.223 | 844.000 | 1.270 | 1.398 | 2.777 | STD | 40.000 |
| 14 | Tramo D-a | 36.216 | 0.272 | V.R. | 30.000 | 10.779 | 15.000 | 21.300 | 15.492 | 844.000 | 1.270 | 1.347 | 2.777 | STD | 40.000 |
| 15 | Tramo D-b | 36.144 | 0.272 | V.R. | 30.000 | 10.769 | 15.000 | 21.300 | 15.461 | 844.000 | 1.270 | 1.347 | 2.777 | STD | 40.000 |
| 16 | Tramo C-B | 575.794 | 0.177 | Caida de Presion | 20.000 | 42.464 | 40.000 | 48.300 | 22.540 | 844.000 | 1.650 | 1.940 | 3.680 | STD | 40.000 |
| 17 | Tramo L-B | 435.384 | 0.177 | Caida de Presion | 20.000 | 36.925 | 40.000 | 48.300 | 17.043 | 844.000 | 1.650 | 1.940 | 3.680 | STD | 40.000 |
| 18 | Tramo L-a | 72.144 | 0.204 | V.R. | 30.000 | 13.176 | 15.000 | 21.300 | 23.146 | 844.000 | 1.270 | 1.379 | 2.777 | STD | 40.000 |
| 19 | Tramo L-b | 72.144 | 0.204 | V.R. | 30.000 | 13.176 | 15.000 | 21.300 | 23.146 | 844.000 | 1.270 | 1.379 | 2.777 | STD | 40.000 |
| 20 | Tramo L-c | 149.790 | 0.204 | V.R. | 30.000 | 18.985 | 20.000 | 26.700 | 27.032 | 844.000 | 1.270 | 1.406 | 2.870 | STD | 40.000 |
| 21 | Tramo L-d | 93.767 | 0.204 | V.R. | 30.000 | 15.021 | 15.000 | 21.300 | 30.083 | 844.000 | 1.270 | 1.379 | 2.777 | STD | 40.000 |
| 22 | Tramo L-e | 24.048 | 0.204 | V.R. | 30.000 | 7.607 | 15.000 | 21.300 | 7.715 | 844.000 | 1.270 | 1.379 | 2.777 | STD | 40.000 |
| 23 | Tramo L-f | 14.429 | 0.204 | V.R. | 30.000 | 5.892 | 15.000 | 21.300 | 4.629 | 844.000 | 1.270 | 1.379 | 2.777 | STD | 40.000 |
| 24 | Ramal #1 Lav | 296.430 | 0.204 | V.R. | 30.000 | 26.707 | 25.000 | 33.400 | 34.237 | 844.000 | 1.270 | 1.441 | 3.380 | STD | 40.000 |
| 25 | Ramal #2 Lav | 132.773 | 0.204 | V.R. | 30.000 | 17.874 | 20.000 | 26.700 | 23.961 | 844.000 | 1.270 | 1.406 | 2.870 | STD | 40.000 |
| 26 | Tramo B-A | 1022.502 | 0.177 | Caida de Presion | 20.000 | 56.587 | 65.000 | 73.000 | 15.158 | 844.000 | 1.650 | 2.089 | 5.560 | STD | 40.000 |
| 27 | Tramo J-A | 209.751 | 0.177 | Caida de Presion | 20.000 | 25.629 | 25.000 | 33.400 | 21.020 | 844.000 | 1.270 | 1.471 | 3.380 | STD | 40.000 |
| 28 | Tramo J-A | 208.666 | 0.881 | V.R. | 30.000 | 46.566 | 50.000 | 60.300 | 26.020 | 844.000 | 1.650 | 1.686 | 3.910 | STD | 40.000 |
| 29 | Manifold | 1232.746 | 0.177 | Caida de Presion | 20.000 | 62.133 | 65.000 | 73.000 | 18.275 | 844.000 | 1.650 | 2.089 | 5.560 | STD | 40.000 |
| 30 | Tramo 100 | 1242.608 | 0.177 | V.R. | 30.000 | 50.934 | 50.000 | 60.300 | 31.131 | 844.000 | 1.650 | 2.012 | 3.910 | STD | 40.000 |
| 31 | Tramo 50 | 631.044 | 0.177 | V.R. | 30.000 | 36.297 | 32.000 | 42.200 | 38.598 | 844.000 | 1.650 | 1.904 | 3.560 | STD | 40.000 |

Fuente: Propia

4.5 SELECCIÓN DE VÁLVULAS Y ACCESORIOS EN LA LÍNEA DE VAPOR

Consideraremos algunos criterios de selección de una válvula muy generales recomendaciones de fabricantes de equipos:

- Diámetro requerido (Igual a la tubería Seleccionada)
- Tipo de servicio requerido
- Sistema de operación de la válvula
- Tipo de fluido a controlar (Vapor)
- Materiales de construcción interna y externa
- Temperatura y presión promedio

A continuación, Nombramos las válvulas y accesorios comunes:

- Válvula de globo
- Válvula de compuerta
- Válvula de disco
- Filtros
- Codos 90 grados
- Codos de 45 grados
- Codos de 30 grados
- Válvulas reductoras de presión
- Válvulas controladoras de presión
- Reducciones
- Tees
- Válvula desaeradora
- Válvula de seguridad
- Uniones y bridas
- Separadores de humedad

Para determinar la longitud equivalente de tubería a añadir debido a accesorios utilizados para hacer la distribución de vapor.

4.5.1 Selección de válvulas de globo

La caída de presión en este tipo de válvulas es mucho mayor que en las válvulas de compuerta, y se requieren los parámetros de trabajo como es presión, temperatura, y diámetro, además el uso requerido, con estos datos seleccionamos la válvula más adecuada.

4.5.2 Selección de válvulas de compuerta

Se utilizan las válvulas de compuerta cuando sea necesario un caudal de fluido rectilíneo, así como una restricción mínima al paso del mismo

4.5.3 Selección de válvulas de Angulo

Se pueden usar en una instalación recta convencional o para reemplazar ángulos o codos de un sistema de tuberías. Esta flexibilidad asegura que se pueda instalar la válvula en la posición más rentable y accesible.

4.5.4 Selección de válvulas de retención

Tienen el objetivo impedir que el flujo de vapor retorne por motivo de alguna contra presión existente en la línea, su mayor utilización es en los manifold de distribución de vapor desde los calderos hasta la línea principal.

4.5.5 Purgadores de aire

Permitir lo siguiente:

- Eliminar el aire en las líneas principales de vapor.
- Purgar el aire en los equipos que utilizan vapor.
- Purgar el aire en los finales de línea de transporte de vapor.

4.5.6 Separadores de humedad

Su función es proteger a la válvula reductora de presión para que el vapor llegue seco y evitar de esta manera los problemas de erosión que dañan los componentes internos de la válvula.

4.5.7 Tees, reducciones concéntricas, uniones universales y bridas

Para la selección de estos accesorios se considera una presión de trabajo de 180 PSI por lo que se requieren accesorios de clase 150. Los siguientes accesorios han sido seleccionados.

En la Tabla IV-11 se muestran las válvulas y accesorios seleccionados por cada tramo de tubería tenemos que entender que los valores son longitudes equivalentes en metros que sumaran a la longitud total.

En el caso de los purgadores de aire y separadores de humedad el 01 significa que en ese tramo de tubería ira de todas maneras un elemento y el cero significa que no habrá ninguno de estos elementos en el tramo.

Tabla IV-11 Selección de accesorios por tramos y longitud equivalente de accesorios.

| Nº | Tramo | Longitud Equivalente [m] | Diametro DN Comercial (mm) | Codo Estandar | "T" con Salida Lateral | Valvula de Compuerta | Valvula de Globo | Valvula de Angulo | Valvula de Retencion | Longitud TOTAL [m] | Purgador Aire | Separador Humedad |
|----|-----------|--------------------------|----------------------------|---------------|------------------------|----------------------|------------------|-------------------|----------------------|--------------------|---------------|-------------------|
| 1 | Tramo G-F | 48.000 | 25.000 | 3.200 | 4.800 | 0.400 | 9.100 | 4.200 | 0.400 | 70.100 | 1.000 | 0.000 |
| 2 | Tramo G-a | 18.000 | 25.000 | 3.200 | 4.800 | 0.400 | 9.100 | 4.200 | 0.400 | 40.100 | 0.000 | 1.000 |
| 3 | Tramo G-b | 15.600 | 25.000 | 3.200 | 4.800 | 0.400 | 9.100 | 4.200 | 0.400 | 37.700 | 0.000 | 1.000 |
| 4 | Tramo G-c | 13.200 | 25.000 | 3.200 | 4.800 | 0.400 | 9.100 | 4.200 | 0.400 | 35.300 | 0.000 | 1.000 |
| 5 | Tramo G-d | 10.800 | 15.000 | 2.000 | 0.900 | 0.300 | 5.400 | 2.400 | 0.300 | 22.100 | 0.000 | 1.000 |
| 6 | Tramo H-F | 42.000 | 20.000 | 1.800 | 2.600 | 0.600 | 7.100 | 3.100 | 0.600 | 57.800 | 1.000 | 0.000 |
| 7 | Tramo H-a | 12.000 | 15.000 | 2.000 | 0.900 | 0.300 | 5.400 | 2.400 | 0.300 | 23.300 | 0.000 | 1.000 |
| 8 | Tramo F-E | 45.600 | 32.000 | 1.100 | 2.100 | 0.300 | 1.000 | 5.300 | 0.300 | 55.700 | 0.000 | 0.000 |
| 9 | Tramo S-E | 54.000 | 20.000 | 1.800 | 2.600 | 0.600 | 7.100 | 3.100 | 0.600 | 69.800 | 1.000 | 0.000 |
| 10 | Tramo S-a | 14.400 | 15.000 | 2.000 | 0.900 | 0.300 | 5.400 | 2.400 | 0.300 | 25.700 | 0.000 | 1.000 |
| 11 | Tramo S-b | 12.000 | 15.000 | 2.000 | 0.900 | 0.300 | 5.400 | 2.400 | 0.300 | 23.300 | 0.000 | 1.000 |
| 12 | Tramo E-C | 42.000 | 40.000 | 1.200 | 2.500 | 0.300 | 1.000 | 6.100 | 0.300 | 53.400 | 0.000 | 0.000 |
| 13 | Tramo D-C | 12.000 | 15.000 | 2.000 | 0.900 | 0.300 | 5.400 | 2.400 | 0.300 | 23.300 | 1.000 | 0.000 |
| 14 | Tramo D-a | 18.000 | 15.000 | 2.000 | 0.900 | 0.300 | 5.400 | 2.400 | 0.300 | 29.300 | 0.000 | 1.000 |
| 15 | Tramo D-b | 12.000 | 15.000 | 2.000 | 0.900 | 0.300 | 5.400 | 2.400 | 0.300 | 23.300 | 0.000 | 1.000 |
| 16 | Tramo C-B | 13.200 | 40.000 | 1.200 | 2.500 | 0.300 | 1.000 | 6.100 | 0.300 | 24.600 | 1.000 | 0.000 |

| N° | Tramo | Longitud Equivalente [m] | Diametro DN Comercial (mm) | Codo Estandar | "T" con Salida Lateral | Valvula de Compuerta | Valvula de Globo | Valvula de Angulo | Valvula de Retencion |
|----|--------------|--------------------------|----------------------------|---------------|------------------------|----------------------|------------------|-------------------|----------------------|
| 17 | Tramo L-B | 43.200 | 40.000 | 1.200 | 2.500 | 0.300 | 1.000 | 6.100 | 0.300 |
| 18 | Tramo L-a | 6.000 | 15.000 | 2.000 | 0.900 | 0.300 | 5.400 | 2.400 | 0.300 |
| 19 | Tramo L-b | 6.000 | 15.000 | 2.000 | 0.900 | 0.300 | 5.400 | 2.400 | 0.300 |
| 20 | Tramo L-c | 3.000 | 20.000 | 1.800 | 2.600 | 0.600 | 7.100 | 3.100 | 0.600 |
| 21 | Tramo L-d | 6.000 | 15.000 | 2.000 | 0.900 | 0.300 | 5.400 | 2.400 | 0.300 |
| 22 | Tramo L-e | 6.000 | 15.000 | 2.000 | 0.900 | 0.300 | 5.400 | 2.400 | 0.300 |
| 23 | Tramo L-f | 6.000 | 15.000 | 2.000 | 0.900 | 0.300 | 5.400 | 2.400 | 0.300 |
| 24 | Ramal #1 Lav | 24.000 | 25.000 | 3.200 | 4.800 | 0.400 | 9.100 | 4.200 | 0.400 |
| 25 | Ramal #2 Lav | 12.000 | 20.000 | 1.800 | 2.600 | 0.600 | 7.100 | 3.100 | 0.600 |
| 26 | Tramo B-A | 33.600 | 65.000 | 3.800 | 3.800 | 0.500 | 1.000 | 9.400 | 0.500 |
| 27 | Tramo J-A | 15.600 | 25.000 | 3.200 | 4.800 | 0.400 | 9.100 | 4.200 | 0.400 |
| 28 | Tramo J-A | 9.600 | 50.000 | 1.600 | 3.200 | 0.400 | 1.000 | 7.900 | 0.400 |
| 29 | Manifold | 1.200 | 65.000 | 3.800 | 3.800 | 0.500 | 1.000 | 9.400 | 0.500 |
| 30 | Tramo 100 | 24.000 | 50.000 | 1.600 | 3.200 | 0.400 | 1.000 | 7.900 | 0.400 |
| 31 | Tramo 50 | 18.000 | 32.000 | 1.100 | 2.100 | 0.300 | 1.000 | 5.300 | 0.300 |

Fuente: Propia

El número de bridas está en función a la instalación y montaje de las redes de vapor, las bridas dependen del diámetro y numero de perforaciones a utilizar, pero la clase de bridas a utilizar será de clase 150

4.5.8 Selección de válvulas y accesorios para las Estaciones reductoras de presión

Para seleccionar una estación reductora de presión tendremos que tener en cuenta los siguientes 03 datos:

- Capacidad de vapor saturado en kg/h
- Presión requerida aguas abajo en bar
- Presión aguas arriba en bar

Ingresamos con la presión aguas arriba es decir la mayor presión y después con la capacidad de vapor y determinaremos el tamaño de la válvula reductora de presión. Ver tablas en el ANEXO - 0027. Válvulas Estaciones Reductoras de Presión

La estación reductora cuenta con los siguientes componentes:

Tabla IV-12 Composición de estación reductora.

| CANTIDAD | COMPONENTE | TAMAÑO VALVULA REDUCTORA | CONEXION |
|----------|-------------------------------|--------------------------|----------|
| 1.00 | Separador de humedad | DN 20 | Bridada |
| 4.00 | Válvulas compuertas clase 150 | DN 20 | Bridada |
| 2.00 | Válvulas reductoras | DN 20 | Bridada |
| 1.00 | Válvulas de globo | DN 20 | Bridada |
| 3.00 | filtros | DN 20 | Bridada |
| 1.00 | Válvula de seguridad | DN 20 | Bridada |
| 3.00 | TEES | DN 20 | Bridada |
| 3.00 | Codos 90° | DN 20 | Bridada |

Fuente: Spirax Sarco

Cada estación reductora deberá de contar con los componentes mencionados en esta tabla. Recordemos que tenemos 06 estaciones por cada servicio y cada servicio tendrá su válvula reductora de presión.

4.6 CÁLCULO DE CAÍDA DE PRESIÓN EN REDES DE VAPOR

Para el siguiente cálculo tomaremos las siguientes consideraciones para determinar la caída de Presión.

- La caída total de presión en el sistema no debe de exceder el 20% de la presión máxima de la caldera.
- El tamaño de las tuberías se debe de definir en base a las condiciones contempladas para a una futura demanda.

Para calcular la caída de presión, se tiene en cuenta la longitud de tubería de vapor y las longitudes equivalentes (tubo recto) de: válvulas, codos, uniones, té, etc.

Cálculo de la caída de presión a través de una tubería

$$PT_{100ft} = \frac{11.4 * Q^2}{P * D^5}$$

Donde:

- Q = Caudal de vapor (Lb/min)
- P = Presion Absoluta (psia)
- D = Diametro Nominal de la tuberia (pulg.)
- PT_{100ft} = Caída de presion por cada 100 pies de tubería

Después de hallar la caída de presión por cada 100ft de tubería procedemos a calcular

$$\text{Caída de presion} = \frac{LE(\text{pies}) + \text{LONGITUD DE TUBERIA}(\text{pies})}{100 \text{ pies}} * PT_{100 ft}$$

En la siguiente tabla IV-13 podemos observar todas las caídas de presión por tramo según recomendaciones la caída de presión no deberá exceder el 20% de la presión del generador de vapor.

Tabla IV-13 Caída de presión en cada Tramo.

| N° | Tramo | Presion Atmosferica [bar] | Presion Absoluta [PSIa] | Caudal Vapor [Lb/min] | Diametro DN [Pulg] | Longitud Acces [Pies] | Caída de Presion (PSI/100 Pies) | Caída de Presion [PSIa] |
|----|------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|---------------------------------|-------------------------|
| 1 | Tramo G-F | 0.754 | 156.017 | 8.703 | 0.984 | 229.987 | 5.992 | 13.781 |
| 2 | Tramo G-a | 0.754 | 32.701 | 2.598 | 0.984 | 131.562 | 2.548 | 3.352 |
| 3 | Tramo G-b | 0.754 | 32.701 | 2.596 | 0.984 | 123.688 | 2.544 | 3.146 |
| 4 | Tramo G-c | 0.754 | 32.701 | 2.303 | 0.984 | 115.814 | 2.001 | 2.317 |
| 5 | Tramo G-d | 0.754 | 32.701 | 1.069 | 0.591 | 72.507 | 5.551 | 4.025 |
| 6 | Tramo H-F | 0.754 | 156.017 | 4.558 | 0.787 | 189.633 | 5.015 | 9.510 |
| 7 | Tramo H-a | 0.754 | 156.017 | 4.495 | 0.591 | 76.444 | 20.554 | 15.712 |
| 8 | Tramo F-E | 0.754 | 156.017 | 13.463 | 1.260 | 182.743 | 4.173 | 7.625 |
| 9 | Tramo S-E | 0.754 | 156.017 | 4.805 | 0.787 | 229.003 | 5.573 | 12.762 |
| 10 | Tramo S-a | 0.754 | 68.970 | 2.361 | 0.591 | 84.318 | 12.825 | 10.814 |
| 11 | Tramo S-b | 0.754 | 68.970 | 2.359 | 0.591 | 76.444 | 12.805 | 9.789 |
| 12 | Tramo E-C | 0.754 | 156.017 | 18.523 | 1.575 | 175.197 | 2.588 | 4.535 |
| 13 | Tramo D-C | 0.754 | 156.017 | 2.688 | 0.591 | 76.444 | 7.350 | 5.619 |
| 14 | Tramo D-a | 0.754 | 97.985 | 1.340 | 0.591 | 96.129 | 2.908 | 2.796 |
| 15 | Tramo D-b | 0.754 | 97.985 | 1.337 | 0.591 | 76.444 | 2.897 | 2.214 |
| 16 | Tramo C-B | 0.754 | 156.017 | 21.304 | 1.575 | 80.709 | 3.424 | 2.764 |

| N° | Tramo | Presion Atmosferica [bar] | Presion Absoluta [PSIa] | Caudal Vapor [Lb/min] | Diametro DN [Pulg] | Longitud Acces [Pies] | Caida de Presion [PSI/100 Pies] | Caida de Presion [PSIa] |
|----|--------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|---------------------------------|-------------------------|
| 17 | Tramo L-B | 0.754 | 156.017 | 16.109 | 1.575 | 179.134 | 1.958 | 3.507 |
| 18 | Tramo L-a | 0.754 | 134.255 | 2.669 | 0.591 | 56.759 | 8.423 | 4.781 |
| 19 | Tramo L-b | 0.754 | 134.255 | 2.669 | 0.591 | 56.759 | 8.423 | 4.781 |
| 20 | Tramo L-c | 0.754 | 134.255 | 5.542 | 0.787 | 61.680 | 8.617 | 5.315 |
| 21 | Tramo L-d | 0.754 | 134.255 | 3.469 | 0.591 | 56.759 | 14.230 | 8.076 |
| 22 | Tramo L-e | 0.754 | 134.255 | 0.890 | 0.591 | 56.759 | 0.936 | 0.531 |
| 23 | Tramo L-f | 0.754 | 134.255 | 0.534 | 0.591 | 56.759 | 0.337 | 0.191 |
| 24 | Ramal #1 Lav | 0.754 | 134.255 | 10.968 | 0.984 | 151.247 | 11.058 | 16.725 |
| 25 | Ramal #2 Lav | 0.754 | 134.255 | 4.913 | 0.787 | 91.207 | 6.770 | 6.175 |
| 26 | Tramo B-A | 0.754 | 156.017 | 37.833 | 2.559 | 172.572 | 0.953 | 1.645 |
| 27 | Tramo J-A | 0.754 | 156.017 | 7.761 | 0.984 | 123.688 | 4.764 | 5.893 |
| 28 | Tramo J-A | 0.754 | 25.447 | 7.721 | 1.969 | 79.068 | 0.903 | 0.714 |
| 29 | Manifold | 0.754 | 156.017 | 45.612 | 2.559 | 66.273 | 1.385 | 0.918 |
| 30 | Tramo 100 | 0.754 | 156.017 | 45.976 | 1.969 | 126.312 | 5.225 | 6.600 |
| 31 | Tramo 50 | 0.754 | 156.017 | 23.349 | 1.260 | 92.192 | 12.551 | 11.571 |

Fuente: Propia

4.7 CÁLCULO DEL SISTEMA DEL RETORNO DE CONDENSADO

Para tener una visión general acerca del cálculo que realizaremos tomemos en cuenta los siguientes pasos:

- Cálculo de la carga de condensado por servicio. Es decir, realizar el cálculo de cada equipo que forma el condensado.
- Factor de seguridad a usar. Se tomará en cuenta la experiencia y catálogo de equipos recomendaciones de fabricantes.
- Presión máxima permitida, Debe tomar en cuenta esta diferencia para el correcto funcionamiento.
- Cálculo de tuberías de vapor. Obtenido los cálculos anteriores procederemos con este último cálculo.

Cuando un kilogramo de vapor se condensa completamente se obtiene un kilogramo de condensado a la misma presión y temperatura

Cálculo condensado formado en equipos y líneas de vapor

Realizaremos el cálculo de todos los equipos que queremos que el condensado retorne al sistema para un ahorro energético y coste de la planta.

4.7.1 Cálculo condensados sistemas de distribución de vapor

Los sistemas de distribución de vapor conectan a las calderas con el equipo que en realidad utiliza el vapor. Estos sistemas de distribución transportan el vapor hasta cualquier sitio en la planta donde se necesita su energía calorífica.

Los tres componentes principales de un sistema de distribución de vapor son:

- Cabezales de vapor principales.
- Las tuberías principales.

- Las tuberías ramales.

4.7.1.1 Cabezales de las calderas

Un cabezal de vapor es una clase especial de tubería de distribución porque puede recibir vapor de las dos calderas al mismo tiempo lo más común es que este en posición horizontal.

Para determinar la capacidad de condensado que se forma en este cabezal de vapor principal que se encuentra en la sala de calderas

4.7.1.1.1 Factor de seguridad a usar

El factor de seguridad recomendado por Armstrong es de 1.5 prácticamente para cualquier cabezal de Vapor

4.7.1.1.2 Determinación del condensado

$$CAP_{\text{CABEZAL}} = \text{Carga Total} * \text{Acarreo Anticipado} * \text{FS}$$

- $CAP_{\text{CABEZAL}} =$ en kg/hr
- FS = Factor de Seguridad Recomendado Para Manifolds
- Carga Total = Carga de Vapor total de las Calderas $\frac{\text{kg}}{\text{hr}}$ GV#1 y GV#2
- Acarreo Anticipado Típicamente el 10%

$$CAP_{\text{CABEZAL}} = (100\text{BHP} + 50\text{BHP}) * 10\% * \text{FS}$$

$$CAP_{\text{CABEZAL}} = (1568.2 \text{ kg/hr} + 784.1 \text{ kg/hr}) * 0.10 * \text{FS}$$

$$CAP_{\text{CABEZAL}} = 235.230 \text{ kg/hr} * \text{FS}$$

Esta es la capacidad requerida.

4.7.1.2 Tuberías Principales

Estas tuberías se deben de mantener libres de condensado y aire para garantizar llegue a los equipos finales donde serán utilizados directamente.

4.7.1.2.1 Factor de seguridad a usar

El factor de seguridad a utilizar será de 02, según recomendaciones de Armstrong.

4.7.1.2.2 Determinación del condensado

Para este cálculo utilizaremos las siguientes fórmulas para la determinar la carga de condensado formado en las tuberías principales.

$$CAP_{CARGA} = \frac{A * U * (T_1 - T_2) * E}{H}$$

- CAP_{CARGA} = Condensado en kg/hr
- A = Area Exterior de la Tuberia en m²
- $U = \frac{kJ}{hr} * m^2 * ^\circ C$ Anexo – 0022 Sistema de Retorno de Condensado Grafica 17.1
- T_1 = Temperatura del Vapor en $^\circ C$
- T_2 = Temperatura del aire en $^\circ C$
- E = 1 menos la eficiencia del Aislamiento Termico
- H = Calor Latente del Vapor Anexo –
0022 Sistema de Retorno de Condensado Tablas de Vapor Pag. 2
- L = Longitud real de la tuberia en metros

4.7.1.2.3 Cálculo de la tubería principal Tramo G-F

Realizaremos el cálculo de la carga de condensado de este tramo de tubería que consideraremos como principal.

Datos:

- $CAP_{CARGA} = \text{Condensado en kg/hr}$
- $A = (\pi * D * L) = \left(\pi * \frac{33.4 \text{ mm}}{1000} * 40\text{m}\right) = 4.197\text{m}^2$
- $U = 67.500 \frac{\text{kJ}}{\text{hr}} * \text{m}^2 * ^\circ\text{C}$ Ingresamos con las ΔT y Diametro de la Tuberia
- $T_1 = 179.886 ^\circ\text{C}$
- $T_2 = 24 ^\circ\text{C}$
- $E = 80\% (1 - 0.80 = 0.20)$
- $H = 2000.4 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ Ingresamos con la Presion Manometrica Tuberia
- $L = 40\text{m}$

Reemplazando:

$$CAP_{CARGA} = \frac{A * U * (T_1 - T_2) * E}{H} = \frac{4.197 * 67.5 * (179.886 - 24) * 0.2}{2000.4}$$

$$CAP_{CARGA} = 4.415 \text{ kg/hr}$$

Aplicando un factor de seguridad según recomendaciones obtenemos

$$CAP_{CARGA} = 4.415 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} * 2$$

$$CAP_{CARGA} = 8.831 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

4.7.1.3 Tuberías Ramales

Estas tuberías salen de las tuberías principales ve vapor y llevan el vapor hacia el equipo que lo utiliza.

4.7.1.3.1 Factor de seguridad a usar

El factor de seguridad a utilizar será de 02 para tuberías principales y ramales según recomendaciones de Armstrong.

4.7.1.3.2 Determinación del condensado

Para este cálculo utilizaremos las siguientes fórmulas para la determinar la carga de condensado formado en las tuberías principales que también aplica para tuberías ramales.

$$CAP_{CARGA} = \frac{A * U * (T_1 - T_2) * E}{H}$$

- CAP_{CARGA} = Condensado en kg/hr
- A = Area Exterior de la Tuberia en m²
- $U = \frac{kJ}{hr} * m^2 * ^\circ C$ Anexo – 008 Grafica 17.1
- T_1 = Temperatura del Vapor en $^\circ C$
- T_2 = Temperatura del aire en $^\circ C$
- E = 1 menos la eficiencia del Aislamiento Termico
- H = Calor Latente del Vapor Anexo –
0022 Sistema de Retorno de Condensado Tablas de Vapor Pag. 2
- L = Longitud real de la tuberia en metros

4.7.1.3.3 Cálculo de la tubería principal tramo G-a

Realizaremos el cálculo de la carga de condensado de este tramo de tubería que consideraremos como ramal.

Datos:

- CAP_{CARGA} = Condensado en kg/hr
- $A = (\pi * D * L) = \left(\pi * \frac{33.4 \text{ mm}}{1000} * 15m \right) = 1.574 \text{ m}^2$
- $U = 55.00 \frac{kJ}{hr} * m^2 * ^\circ C$ Ingresamos con las ΔT y Diametro de la Tuberia
- $T_1 = 111.350 \text{ } ^\circ C$
- $T_2 = 24 \text{ } ^\circ C$

- $E = 80\% (1 - 0.80 = 0.20)$
- $H = 2181.500 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ Ingresamos con la Presion Manometrica Tuberia
- $L = 15\text{m}$

$$\text{CAP}_{\text{CARGA}} = \frac{A * U * (T_1 - T_2) * E}{H} = \frac{1.574 * 55 * (111.350 - 24) * 0.2}{2181.500}$$

$$\text{CAP}_{\text{CARGA}} = 0.773 \text{ kg/hr}$$

Aplicando un factor de seguridad según recomendaciones obtenemos

$$\text{CAP}_{\text{CARGA}} = 0.693 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} * 2$$

$$\text{CAP}_{\text{CARGA}} = 1.387 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

En la Tabla IV-14 se muestran los resultados de los cálculos realizados y datos utilizados para el cálculo del condensado formado en tuberías de vapor principales y ramales.

Indicar que en la última columna se encuentra el resultado de condensado formado en cada tramo de tubería de la red de vapor realizando una sumatoria al final de la columna tenemos el total de condensado formado en todos los tramos.

Se toma la longitud real y no la longitud equivalente ya que estamos hallando el área real de la tubería calculada.

El resultado del condensado formado en las tuberías multiplicado por el factor de seguridad será utilizado para seleccionar una trampa de vapor adecuada para poder purgar el sistema de vapor y recolectar todo el condensado esto será en capítulo más adelante

4.7.1.4 Resumen de condensado formado en tuberías principales y ramales.

Tabla IV-14 Condensado formado en tuberías principales y ramales

| N° | Zona | EQUIPOS | Tramo | Longitud Real (m) | Diametro Exterior Real (mm) | Grafica 17.1 KJ/hr*m2**C | Area Exterior Tuberia A [m2] | Temperatura Vapor T1 [°C] | Temperatura Aire T2 [°C] | Diferencia Temperatura ΔT [°C] | Eficiencia Aislamiento [E] | Calor Latente Vapor [H] | Condensado (kg/hr) |
|----|------|---|--------------|-------------------|-----------------------------|--------------------------|------------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------------|----------------------------|-------------------------|--------------------|
| 1 | 1 | COCINA HOSPITALARIA CENTRALIZADA | Tramo G-F | 40.000 | 33.400 | 67.500 | 4.197 | 179.886 | 24.000 | 155.886 | 0.200 | 2000.400 | 4.415 |
| 2 | 1.1 | Marmitas Volcables 100 Litros | Tramo G-a | 15.000 | 33.400 | 55.000 | 1.574 | 111.350 | 24.000 | 87.350 | 0.200 | 2181.500 | 0.693 |
| 3 | 1.2 | Marmitas Volcables 100 Litros | Tramo G-b | 13.000 | 33.400 | 55.000 | 1.364 | 111.350 | 24.000 | 87.350 | 0.200 | 2181.500 | 0.601 |
| 4 | 1.3 | Marmitas Volcables 50 Litros | Tramo G-c | 11.000 | 33.400 | 55.000 | 1.154 | 111.350 | 24.000 | 87.350 | 0.200 | 2181.500 | 0.508 |
| 5 | 1.4 | Plancha Freidora A vapor. | Tramo G-d | 9.000 | 21.300 | 55.000 | 0.602 | 111.350 | 24.000 | 87.350 | 0.200 | 2181.500 | 0.265 |
| 6 | 2 | CENTRAL DE ESTERILIZACIÓN | Tramo H-F | 35.000 | 26.700 | 67.500 | 2.936 | 179.886 | 24.000 | 155.886 | 0.200 | 2000.400 | 3.088 |
| 7 | 2.1 | Esterilizador 314 Litros | Tramo H-a | 10.000 | 21.300 | 67.500 | 0.669 | 179.886 | 24.000 | 155.886 | 0.200 | 2000.400 | 0.704 |
| 8 | 2.2 | Tramo de Tubería para Servicios 1 y 2 | Tramo F-E | 38.000 | 42.200 | 62.000 | 5.038 | 179.886 | 24.000 | 155.886 | 0.200 | 2000.400 | 4.868 |
| 9 | 3 | HUMIDIFICACIÓN Y CONTROL DE HUMEDAD HOSPITALARIO | Tramo S-E | 45.000 | 26.700 | 67.500 | 3.775 | 179.886 | 24.000 | 155.886 | 0.200 | 2000.400 | 3.971 |
| 10 | 3.1 | Humidificador #1 | Tramo S-a | 12.000 | 21.300 | 58.000 | 0.803 | 143.613 | 24.000 | 119.613 | 0.200 | 2108.500 | 0.528 |
| 11 | 3.2 | Humidificador #2 | Tramo S-b | 10.000 | 21.300 | 58.000 | 0.669 | 143.613 | 24.000 | 119.613 | 0.200 | 2108.500 | 0.440 |
| 12 | 3.3 | Tramo de Tubería para Servicios 3, 2 y 1 | Tramo E-C | 35.000 | 48.300 | 62.000 | 5.311 | 179.886 | 24.000 | 155.886 | 0.200 | 2000.400 | 5.132 |
| 13 | 4 | DESECHOS HOSPITALARIOS | Tramo D-C | 10.000 | 21.300 | 67.500 | 0.669 | 179.886 | 24.000 | 155.886 | 0.200 | 2000.400 | 0.704 |
| 14 | 4.1 | Esterilizador de desechos Hospitalarios 150 Litros | Tramo D-a | 15.000 | 21.300 | 60.000 | 1.004 | 158.832 | 24.000 | 134.832 | 0.200 | 2066.300 | 0.786 |
| 15 | 4.2 | Esterilizador de desechos Hospitalarios 150 Litros | Tramo D-b | 10.000 | 21.300 | 60.000 | 0.669 | 158.832 | 24.000 | 134.832 | 0.200 | 2066.300 | 0.524 |
| 16 | 4.3 | Tramo de Tubería para Servicios 4, 3, 2 y 1 | Tramo C-B | 11.000 | 48.300 | 62.000 | 1.669 | 179.886 | 24.000 | 155.886 | 0.200 | 2000.400 | 1.613 |
| 17 | 5 | LAVANDERÍA HOSPITALARIA CENTRALIZADA. | Tramo L-B | 36.000 | 48.300 | 62.000 | 5.462 | 179.886 | 24.000 | 155.886 | 0.200 | 2000.400 | 5.278 |
| 18 | 5.1 | Lavadora Barrera Sanitaria(49Kg) | Tramo L-a | 5.000 | 21.300 | 65.000 | 0.335 | 172.943 | 24.000 | 148.943 | 0.200 | 2020.200 | 0.321 |
| 19 | 5.2 | Lavadora Barrera Sanitaria(49Kg) | Tramo L-b | 5.000 | 21.300 | 65.000 | 0.335 | 172.943 | 24.000 | 148.943 | 0.200 | 2020.200 | 0.321 |
| 20 | 5.3 | Secadora Rotativa (34Kg) | Tramo L-c | 2.500 | 26.700 | 65.000 | 0.210 | 172.943 | 24.000 | 148.943 | 0.200 | 2020.200 | 0.201 |
| 21 | 5.4 | Calandria Prendas Planas | Tramo L-d | 5.000 | 21.300 | 65.000 | 0.335 | 172.943 | 24.000 | 148.943 | 0.200 | 2020.200 | 0.321 |
| 22 | 5.5 | Prensa para Prendas forma | Tramo L-e | 5.000 | 21.300 | 65.000 | 0.335 | 172.943 | 24.000 | 148.943 | 0.200 | 2020.200 | 0.321 |
| 23 | 5.6 | Plancha para Prendas forma | Tramo L-f | 5.000 | 21.300 | 65.000 | 0.335 | 172.943 | 24.000 | 148.943 | 0.200 | 2020.200 | 0.321 |
| 24 | 5.7 | Equipos de Lavado y Secado | Ramal #1 Lav | 20.000 | 33.400 | 65.000 | 2.099 | 172.943 | 24.000 | 148.943 | 0.200 | 2020.200 | 2.011 |
| 25 | 5.8 | Equipos de Planchado | Ramal #2 Lav | 10.000 | 26.700 | 65.000 | 0.839 | 172.943 | 24.000 | 148.943 | 0.200 | 2020.200 | 0.804 |
| 26 | 5.9 | Tramo de Tubería para Servicios 5,4,3, 2 y 1 | Tramo B-A | 28.000 | 73.000 | 48.000 | 6.421 | 179.886 | 24.000 | 155.886 | 0.200 | 2000.400 | 4.804 |
| 27 | 6 | SISTEMA DE AGUA CALIENTE SANTARIA | Tramo J-A | 13.000 | 33.400 | 67.500 | 1.364 | 179.886 | 24.000 | 155.886 | 0.200 | 2000.400 | 1.435 |
| 28 | 6.1 | Calentador de Agua Instantáneo | Tramo J-A | 8.000 | 60.300 | 47.000 | 1.515 | 99.906 | 24.000 | 75.906 | 0.200 | 2201.900 | 0.491 |
| 29 | 7 | MANIFOLD PRINCIPAL | Manifold | 1.000 | 73.000 | 48.000 | 0.229 | 179.886 | 24.000 | 155.886 | 0.200 | 2000.400 | 0.172 |
| 30 | 7.1 | Salida de Caldero de 100 BHP Hacia Manifold Principal | Tramo 100 | 20.000 | 60.300 | 75.000 | 3.789 | 240.000 | 24.000 | 216.000 | 0.200 | 2000.400 | 6.136 |
| 31 | 7.2 | Salida de Caldero de 50 BHP Hacia Manifold Principal | Tramo 50 | 15.000 | 42.200 | 75.000 | 1.989 | 240.000 | 24.000 | 216.000 | 0.200 | 2000.400 | 3.221 |

Fuente: Propia

4.7.1.5 Pre calentamiento de tuberías Principales

Existen dos métodos muy comunes para poder precalentar tuberías principales de vapor y son los siguientes:

- El supervisado: Es bastante aceptable para el calentamiento inicial de tuberías de gran diámetro y/o de gran longitud. En este método se recomienda que antes de que fluya el vapor por la tubería principal, se abran completamente las válvulas de las piernas colectoras para que el vapor escape a la atmosfera
- El automático: Cuando se enciende la caldera y se deja que las tuberías principales y todos los equipos alcancen la temperatura y presión de operación sin intervención manual o supervisión.

Para determinar la carga de pre calentamiento utilizaremos la siguiente formula

$$CAP_{PRECAL} = \frac{W * (T_1 - T_2) * 0.477}{H}$$

- $CAP_{PRECAL} = \frac{kg}{hr}$
- W = Peso total de la tuberia en kg Ver Anexo –
0018 Tuberías Comerciales de Acero al Carbono
- T_1 = Temperatura Final de la Tuberia °C
- T_2 = Temperatura Inicial de la Tuberia en °C
- 0.477 = Calor especifico de la tuberia de acero en $kJ/kg * °C$
- H = Calor Latente del Vapor a la temperatura final en $\frac{kJ}{kg}$ Anexo –
0022 Sistema de Retorno de Condensado Tab2

Según recomendaciones de Armstrong una opción conservadora para calcular la carga de pre calentamiento seria con los siguientes valores de temperatura presión.

103.9 °C o 0.14 bar

4.7.1.5.1 Cálculo precalentamiento de la tubería principal tramo G-F

Realizaremos el cálculo para determinar la carga de precalentamiento del siguiente tramo que consideraremos como principal.

$$CAP_{\text{PRECAL}} = \frac{W * (T_1 - T_2) * 0.477}{H}$$

- $CAP_{\text{PRECAL}} = \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$
- $W = 2.50 \text{ kg/m}$
- $L = 40 \text{ metros}$
- $T_1 = 103.9 \text{ °C}$
- $T_2 = 10 \text{ °C}$
- $0.477 = \text{Calor específico de la tubería de acero en kJ/kg * °C}$
- $H = 2241 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$

$$CAP_{\text{PRECAL}} = \frac{2.50 * 40 * (103.9 - 10) * 0.477}{2241} = 1.999 \text{ kg de Condensado}$$

Dividir el resultado entre cuantos minutos se realizará el precalentamiento y multiplicarlo por 60 para que nos dé kg/hr

$$CAP_{\text{PRECAL}} = \frac{1.999}{25 \text{ min}} * 60 = 7.797 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

En la tabla IV-15 mostramos los resultados de cálculo para determinar la carga de precalentamiento en tuberías de vapor la temperatura a alcanzar por recomendación será 103.9°C en 25 minutos para que la red no sufra daños térmicos en tuberías y equipos.

4.7.1.6 Resumen condensado por precalentamiento de tuberías de vapor

Tabla IV-15 Carga de pre-calentamiento en tuberías de vapor.

| N° | Zona | EQUIPOS | Tramo | Longitud [m] | Peso Total Tubería [kg/m] | Temperatura Final T1 [°C] | Temperatura Inicial T2 [°C] | Calor Especifico Acero [Cekjkg ⁻¹ C] | Calor Latente H [kj/kg] | Cant Condensado kg | Tiempo de Pre-calentamiento [min] | Carga Pre-Calentamiento kg/hr |
|----|------|---|--------------|--------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|---|-------------------------|--------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| 1 | 1 | COCINA HOSPITALARIA CENTRALIZADA | Tramo G-F | 40.000 | 2.500 | 103.900 | 10.000 | 0.477 | 2241.000 | 1.999 | 25.000 | 4.797 |
| 2 | 1.1 | Marmitas Volcables 100 Litros | Tramo G-a | 15.000 | 2.500 | 103.900 | 10.000 | 0.477 | 2241.000 | 0.750 | 25.000 | 1.799 |
| 3 | 1.2 | Marmitas Volcables 100 Litros | Tramo G-b | 13.000 | 2.500 | 103.900 | 10.000 | 0.477 | 2241.000 | 0.650 | 25.000 | 1.559 |
| 4 | 1.3 | Marmitas Volcables 50 Litros | Tramo G-c | 11.000 | 2.500 | 103.900 | 10.000 | 0.477 | 2241.000 | 0.550 | 25.000 | 1.319 |
| 5 | 1.4 | Plancha Freidora A vapor. | Tramo G-d | 9.000 | 1.270 | 103.900 | 10.000 | 0.477 | 2241.000 | 0.228 | 25.000 | 0.548 |
| 6 | 2 | CENTRAL DE ESTERILIZACIÓN | Tramo H-F | 35.000 | 1.690 | 103.900 | 10.000 | 0.477 | 2241.000 | 1.182 | 25.000 | 2.837 |
| 7 | 2.1 | Esterilizador 314 Litros | Tramo H-a | 10.000 | 1.270 | 103.900 | 10.000 | 0.477 | 2241.000 | 0.254 | 25.000 | 0.609 |
| 8 | 2.2 | Tramo de Tubería para Servicios 1 y 2 | Tramo F-E | 38.000 | 3.390 | 103.900 | 10.000 | 0.477 | 2241.000 | 2.575 | 25.000 | 6.179 |
| 9 | 3 | HUMIDIFICACIÓN Y CONTROL DE HUMEDAD HOSPITALARIO | Tramo S-E | 45.000 | 1.690 | 103.900 | 10.000 | 0.477 | 2241.000 | 1.520 | 25.000 | 3.648 |
| 10 | 3.1 | Humidificador #1 | Tramo S-a | 12.000 | 1.270 | 103.900 | 10.000 | 0.477 | 2241.000 | 0.305 | 25.000 | 0.731 |
| 11 | 3.2 | Humidificador #2 | Tramo S-b | 10.000 | 1.270 | 103.900 | 10.000 | 0.477 | 2241.000 | 0.254 | 25.000 | 0.609 |
| 12 | 3.3 | Tramo de Tubería para Servicios 3, 2 y 1 | Tramo E-C | 35.000 | 4.050 | 103.900 | 10.000 | 0.477 | 2241.000 | 2.833 | 25.000 | 6.799 |
| 13 | 4 | DESECHOS HOSPITALARIOS | Tramo D-C | 10.000 | 1.270 | 103.900 | 10.000 | 0.477 | 2241.000 | 0.254 | 25.000 | 0.609 |
| 14 | 4.1 | Esterilizador de desechos Hospitalarios 150 Litros | Tramo D-a | 15.000 | 1.270 | 103.900 | 10.000 | 0.477 | 2241.000 | 0.381 | 25.000 | 0.914 |
| 15 | 4.2 | Esterilizador de desechos Hospitalarios 150 Litros | Tramo D-b | 10.000 | 1.270 | 103.900 | 10.000 | 0.477 | 2241.000 | 0.254 | 25.000 | 0.609 |
| 16 | 4.3 | Tramo de Tubería para Servicios 4, 3, 2 y 1 | Tramo C-B | 11.000 | 4.050 | 103.900 | 10.000 | 0.477 | 2241.000 | 0.890 | 25.000 | 2.137 |
| 17 | 5 | LAVANDERÍA HOSPITALARIA CENTRALIZADA. | Tramo L-B | 36.000 | 4.050 | 103.900 | 10.000 | 0.477 | 2241.000 | 2.914 | 25.000 | 6.994 |
| 18 | 5.1 | Lavadora Barrera Sanitaria(49Kg) | Tramo L-a | 5.000 | 1.270 | 103.900 | 10.000 | 0.477 | 2241.000 | 0.127 | 25.000 | 0.305 |
| 19 | 5.2 | Lavadora Barrera Sanitaria(49Kg) | Tramo L-b | 5.000 | 1.270 | 103.900 | 10.000 | 0.477 | 2241.000 | 0.127 | 25.000 | 0.305 |
| 20 | 5.3 | Secadora Rotativa (34Kg) | Tramo L-c | 2.500 | 1.690 | 103.900 | 10.000 | 0.477 | 2241.000 | 0.084 | 25.000 | 0.203 |
| 21 | 5.4 | Calandria Prendas Planas | Tramo L-d | 5.000 | 1.270 | 103.900 | 10.000 | 0.477 | 2241.000 | 0.127 | 25.000 | 0.305 |
| 22 | 5.5 | Prensa para Prendas forma | Tramo L-e | 5.000 | 1.270 | 103.900 | 10.000 | 0.477 | 2241.000 | 0.127 | 25.000 | 0.305 |
| 23 | 5.6 | Plancha para Prendas forma | Tramo L-f | 5.000 | 1.270 | 103.900 | 10.000 | 0.477 | 2241.000 | 0.127 | 25.000 | 0.305 |
| 24 | 5.7 | Equipos de Lavado y Secado | Ramal #1 Lav | 20.000 | 2.500 | 103.900 | 10.000 | 0.477 | 2241.000 | 0.999 | 25.000 | 2.398 |
| 25 | 5.8 | Equipos de Planchado | Ramal #2 Lav | 10.000 | 1.690 | 103.900 | 10.000 | 0.477 | 2241.000 | 0.338 | 25.000 | 0.811 |
| 26 | 5.9 | Tramo de Tubería para Servicios 5,4,3, 2 y 1 | Tramo B-A | 28.000 | 8.630 | 103.900 | 10.000 | 0.477 | 2241.000 | 4.830 | 25.000 | 11.591 |
| 27 | 6 | SISTEMA DE AGUA CALIENTE SANITARIA | Tramo J-A | 13.000 | 2.500 | 103.900 | 10.000 | 0.477 | 2241.000 | 0.650 | 25.000 | 1.559 |
| 28 | 6.1 | Calentador de Agua Instantáneo | Tramo J-A | 8.000 | 5.440 | 103.900 | 10.000 | 0.477 | 2241.000 | 0.870 | 25.000 | 2.088 |
| 29 | 7 | MANIFOLD PRINCIPAL | Manifold | 1.000 | 8.630 | 103.900 | 10.000 | 0.477 | 2241.000 | 0.172 | 25.000 | 0.414 |
| 30 | 7.1 | Salida de Caldero de 100 BHP Hacia Manifold Principal | Tramo 100 | 20.000 | 5.440 | 103.900 | 10.000 | 0.477 | 2241.000 | 2.175 | 25.000 | 5.219 |
| 31 | 7.2 | Salida de Caldero de 50 BHP Hacia Manifold Principal | Tramo 50 | 15.000 | 3.390 | 103.900 | 10.000 | 0.477 | 2241.000 | 1.016 | 25.000 | 2.439 |

Fuente: Propia

4.7.1.7 Resumen de cálculo de condensado sistemas distribución de vapor

Resumen de todos los resultados obtenidos en el cálculo de condensado en el sistema de distribución de vapor.

- Carga de condensado formado en el manifold principal

$$CAP_{\text{CABEZAL}} = 235.230 \text{ kg/hr}$$

- Carga de condensado formado en las redes de vapor tuberías principales y ramales

$$CAP_{\text{TUBERIAS}} = 54.998 \text{ kg/hr}$$

- Carga de condensado formado en las redes de vapor tuberías principales y ramales

$$CAP_{\text{TOTAL}} = 220.228 \text{ kg/hr}$$

4.7.2 Cálculo condensado servicio de cocina hospitalaria centralizada

Se recupera el condensado de todos los equipos de este servicio para cual utilizaremos fórmulas para determinar la carga de cada equipo recomendadas por fabricantes de equipos y catálogos de fabricantes.

4.7.2.1 Condensado formado en marmitas

Son esenciales las marmitas de cocido o concentradores con camisas o chaquetas de vapor alrededor de ellas.

En estos equipos ahí la necesidad de remover el condensado en las camisas resulta en un control de temperatura inestable una menor capacidad de operación y el riesgo de tener golpe de ariete.

La carga de condesando se calculará mediante la fórmula (Manual de condensados Armstrong)

$$Q_{COND} = \frac{L * S_g * C_p * \Delta T * 1}{H * t}$$

Donde:

- Q_{COND} = Carga de condensado kg/hr
- L = Volumen del liquido a ser calentado (Litros)
- S_g = Gravedad Especifica del liquido
- C_p = Calor especifico del aire en kJ/ Kg °C
- ΔT = Incremento de temperatura °C
- $1 = \frac{\text{Kg}}{\text{Litros}}$ de Agua
- H = Calor latente del vapor en kJ/kg Tablas Termodinamicas
- t = Tiempo de calentamiento del producto (Horas)

Los Datos requerido son los siguientes:

L = Marmita de 100 (Litros)

$S_g = 1$

$C_p = 4.19 \text{ kJ/ Kg } ^\circ\text{C}$

$\Delta T = (100^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C}) 90^\circ\text{C}$

$H = 2213.1 \text{ kJ/kg}$

t = 0.5 (Horas)

$$Q_{COND} = \frac{L * S_g * C_p * \Delta T * 1}{H * t} = \frac{100 * 1 * 4.19 * 90 * 1}{2213.1 * 0.5}$$

$Q_{COND} = 34.07 \text{ kg/hr}$

Nota: Cuando un kilogramo de vapor se condensa completamente se obtiene un kilogramo de condensado a la misma presión y temperatura, caudal correspondiente a dos veces el de régimen

4.7.2.2 Condensado formado en plancha de vapor

$$Q = A * R * S$$

Donde:

Q = Carga de condensado, en kg/hr

A = Área total de la superficie m²

R = Capacidad de condensación, en kg/m²/hr

(Cuando se especifica la trampa, el valor de 35 kg/m²/hr se puede usar para la capacidad de condensación)

S = Factor de Seguridad

Datos:

Q = Carga de condensado, en kg/hr

A = 1000mm x 60mm superficie 0.060 m²

R = 35 kg/m²/hr

S = 3

Reemplazando:

$$Q = 0.060 * 35 * 3 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

$$Q = 6.3 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

4.7.3 Cálculo condensado servicio central de esterilización

El objetivo del área es esterilizar el material Quirúrgico en este caso consideraremos que el condensado está contaminado debido hay contacto directo con los productos y por tanto no puede regresar al sistema.

4.7.4 Cálculo condensado servicio humidificación y control de humedad hospitalario

El objetivo del área es humidificar zonas específicas del hospital con vapor directo a los ductos de aire acondicionado y no hay condensado formado para este servicio no se tomará en cuenta en la recuperación de condensado.

4.7.5 Cálculo condensado servicio de desechos hospitalarios

El objetivo del área es esterilizar el material quirúrgico desechado ya que directamente no se puede tirar a la basura podría generar enfermedades hay normas técnicas peruanas que regulan esto y antes de tirar a la basura simplemente se tendrá que realizar una esterilización a todo este material por tanto el condensado formado será desechado.

4.7.6 Cálculo condensado servicio de lavandería hospitalaria centralizada.

Dentro del área de lavandería podremos recuperar condensados de los equipos de secado y planchado.

4.7.6.1 Condensado formado en prensa para prendas.

El primer sistema seca el producto al ponerlo en contacto con la superficie exterior de un cilindro lleno de vapor.

El segundo sistema tiene el producto dentro de un cilindro rotatorio donde tubos con vapor secan el producto al entrar en contacto directo con el producto

$$Q = \frac{N * L * R}{P}$$

Datos:

- Q = Carga de condensado, en kg/hr
- N = 42 Tubos de Acero
- L = 2.2 m Longitud de cada tubo
- R = 40 kg/m² • hr Capacidad de condensación. (rango típico: 30 – 45 kg/m² • hr)
- P = 7.55, en m/m² Longitud del tubo por superficie exterior

$$Q = \frac{15 * 2.2 * 40}{7.55} = 174.834 \text{ kg/hr}$$

4.7.6.2 Condensado formado en calandria secadoras

La velocidad de rotación, es relativamente baja, lo cual permite que el condensado se acumule en el fondo de la cámara colectora. Las prendas van dentro de un cilindro rotatorio donde tubos con vapor secan la ropa al entrar en contacto directo a través de la inyección de aire caliente

La carga de condensado se puede calcular mediante el uso de la siguiente formula manual de condensado Armstrong

$$Q_{COND} = \frac{F * C_p * \delta * 60 \text{min/hr} * \Delta T}{H}$$

Donde:

Q_{COND} = Carga de condensado kg/hr

F = Flujo de Aire en m³/min

δ = Densidad del aire , en 1.2 $\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$ a 15°C Temperaturade alimentacion del aire

C_p = Calor especifico del aire en kJ/ Kg °C

ΔT = Incremento de temperatura °C

H = Calor latente del vapor en kJ/kg Tablas Termodinamicas

Los datos requeridos son los siguientes:

- $F = 30 \text{ m}^3/\text{min}$
- $\delta = 1.2 \text{ Kg}/\text{m}^3 \text{ a } 15^\circ\text{C}$
- $C_p = 1 \text{ kJ}/\text{Kg} - ^\circ\text{C}$
- $\Delta T = 150^\circ\text{C}$
- $H = 2048 \text{ kJ}/\text{kg}$

Reemplazando en la ecuación anterior tenemos:

$$Q_{COND} = \frac{F * C_p * \delta * 60\text{min}/\text{hr} * \Delta T}{H} = \frac{30 * 1 * 1.2 * 60\text{min}/\text{hr} * 150}{2048}$$

$$Q_{COND} = 158.2 \text{ Kg}/\text{hr}$$

4.7.6.3 Condensado formado en secadora rotatoria

En estos equipos se insufla aire caliente que es calentado a través de un serpentín que contiene vapor la cantidad de aire que ingresa es medida por operación (minutos).

La carga de condensado se calcula con a siguiente formula:

$$Q_{COND} = \frac{F * C_p * \delta * 60\text{min}/\text{hr} * \Delta T}{H}$$

Los datos requeridos son los siguientes:

- $F = 10 \text{ m}^3/\text{min}$
- $\delta = 1.2 \text{ Kg}/\text{m}^3 \text{ a } 15^\circ\text{C}$
- $C_p = 1 \text{ kJ}/\text{Kg} - ^\circ\text{C}$
- $\Delta T = 150^\circ\text{C}$
- $H = 2048 \text{ kJ}/\text{kg}$

Reemplazando en la ecuación anterior tenemos:

$$Q_{COND} = \frac{F * C_P * \delta * 60\text{min/hr} * \Delta T}{H} \rightarrow Q_{COND} = \frac{10 * 1 * 1.2 * 60\text{min/hr} * 150}{2048}$$

$$Q_{COND} = 52.7 \text{ Kg /hr}$$

Nota: Cuando un kilogramo de vapor se condensa completamente se obtiene un kilogramo de condensado a la misma presión y temperatura, caudal correspondiente a dos veces el de régimen

4.7.7 Cálculo condensado sistema de agua caliente sanitaria ACS

El cálculo de la carga de condensado de este equipo se realizará siguiendo parámetros de cálculo dados por fabricantes de equipos este equipo está situado en la sala de calderas.

4.7.7.1 Condensado formado en calentadores Flow Rite Temp

Estos equipos constan de serpentines sumergidos para transferencia de calor que se sumergen en el líquido que se va a calentar para el uso doméstico del hospital

Hallaremos la carga de condensado por la siguiente formula dada por Armstrong

$$Q_{COND} = \frac{L1 * C_P * \Delta T * 60 * S_g}{H}$$

Los datos requeridos:

- Q_{COND} = Carga de condensado kg/hr
- $L = 57$ Litros/min o 15 GPM Flujo del liquido
- $S_g = 1$ Gravedad Especifica del liquido
- $C_P = 4.19$ kJ/Kg °C Calor especifico del liquido
- $\Delta T = (82^\circ\text{C} - 16^\circ\text{C})66$ °C Incremento de temperatura °C
- $60 = 60$ min/hr
- $H = 2619.23$ kJ/kg Calor latente del vapor en kJ/kg Tablas Termodinamicas

Reemplazando en la ecuación anterior tenemos:

$$Q_{COND} = \frac{L1 * C_P * \Delta T * 60 * S_g}{H} = \frac{57 * 4.19 * 66 * 60 * 1}{2619.23} = 361 \text{ Kg /hr}$$

4.7.8 Condensado formado en todos los servicios del hospital majes

Condensado formado en todos los servicios del hospital, equipos.

Tabla IV-16 Condensado formado en todos los servicios.

| Nro. | SERVICIO HOSPITAL | Presion Vapor (bar) | Condensado Formado (kg/hr) |
|------|--------------------------------------|---------------------|----------------------------|
| 1 | SISTEMA DE DISTRIBUCION DE VAPOR | 10.000 | 290.228 |
| 2 | Tuberias Principales y Ramales | 10.000 | 54.998 |
| 3 | Manifold Principal | 10.000 | 235.230 |
| 4 | COCINA HOSPITALARIA CENTRALIZADA | 10.000 | 87.297 |
| 5 | Marmita Volcables 100 Litros | 1.500 | 34.079 |
| 6 | Marmita Volcables 100 Litros | 1.500 | 34.079 |
| 7 | Marmita Volcables 50 Litros | 1.500 | 17.039 |
| 8 | Plancha Freidora a vapor. | 1.500 | 2.100 |
| 9 | LAVANDERIA HOSPITALARIA CENTRALIZADA | 10.000 | 385.734 |
| 10 | Secadora Rotativa (34Kg) | 8.500 | 174.834 |
| 11 | Calandria Prendas Planas | 8.500 | 158.200 |
| 12 | Prensa para Prendas forma | 8.500 | 52.700 |
| 13 | SERVICIO DE AGUA CALIENTE SANITARIA | 10.000 | 361.000 |
| 14 | Calentador de Agua Instantáneo | 1.000 | 361.000 |
| | Total de Condensado Kg/hr | | 1124.259 |

Fuente: Propia

4.8 SELECCIÓN DE LAS TRAMPAS DE VAPOR

Selección de trampas de vapor se puede calcular de la siguiente manera.

- **Determinar la carga de condensado en kg/hr.:** Este dato se había calculado con fórmulas e información sobre rangos de condensación de vapor en diferente equipos y tuberías.
- **El factor de seguridad a usar:** varía desde 1.5 hasta un máximo de 10 sirve para satisfacer condiciones de flujo variable de condensado, caídas ocasionales de presión y factores propios del diseño del equipo.
- **La diferencia de presiones:** Es la diferencia de presión entre la línea de vapor y la línea de retorno una trampa debe ser capaz de abrir venciendo esa presión diferencial
- **La presión máxima permitida:** La trampa debe ser capaz de soportar la máxima presión permitida en el sistema o la presión de diseño

4.8.1 selección piernas colectoras en tuberías principales

Tomar las tres consideraciones siguientes:

- La eliminación de condensado de las tuberías se realiza mediante la instalación de trampas de vapor,
- Inclinación adecuada a la tubería
- Tercero instalando piernas colectoras

Las piernas colectoras proveen espacio suficiente para capturar condensado, basura y dirigir el condensado hacia la trampa de vapor.

Utilizaremos el método de precalentamiento automático:

Es cuando se enciende la caldera y se deja que las tuberías principales y los equipos alcancen la temperatura y presión de operación sin intervención manual o supervisión.

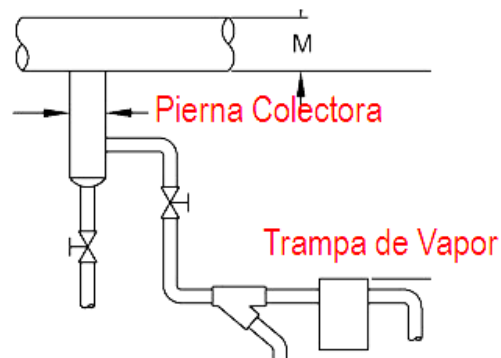


Ilustración IV-1 Pierna Colectora (Spirax Sarco)

Una pierna colectora debe ser instalada en intervalos de 90m, pero no más de 150m:

- Antes de elevaciones
- Al final de tuberías.
- Antes de juntas de expansión o curvaturas.
- Antes de válvulas o reguladores

4.8.1.1 Selección de piernas colectoras para Manifold de casa de fuerza

Consideraciones para realizar la selección de piernas colectoras:

- flujo de vapor en el cabezal es en varias direcciones requeriremos dos piernas colectoras en ambos extremos.
- Ingresamos al Anexo-0022 Sistema de retorno de condensado Tabla 18.1.

Datos de la selección de pierna colectora para Manifold principal:

| | | |
|-------------------------------------|---|-------|
| Diámetro de tubería | : | 100mm |
| Diámetro de pierna colectora | : | 100mm |
| Longitud mínima de pierna colectora | : | 710mm |

4.8.1.2 Selección de trampas de vapor para Manifold de vapor

Para la selección de trampas de vapor para el manifold según recomendaciones Armstrong

| | | |
|---------------------|---|---|
| Aplicación | : | Cabezal de generador de vapor |
| Tipo | : | IBLV (Balde invertido con venteador grande) |
| Factor de Seguridad | : | 1.5 (Recomendado) |

4.8.1.3 Selección de piernas colectoras para tuberías principales

Para poder seleccionar las piernas colectoras y trampas de vapor tomemos las siguientes consideraciones.

Selección de piernas colectoras de tuberías principales

- Deben instalarse en puntos de drenaje natural
- Intervalo de 90m no excediendo los 150 m
- Diámetro de tubería principal: 65mm

4.8.1.4 Selección de trampas de vapor para tuberías principales

| | | |
|---------------------|---|--|
| Aplicación | : | Tuberías principales de vapor |
| Tipo | : | IB (Balde invertido con válvula check interna) |
| Factor de Seguridad | : | 2.0 (Recomendado) |

4.8.1.5 Selección de piernas colectoras de tuberías ramales

- Se debe de seleccionar una pierna colectoras y las tuberías ramales van con un separador de vapor más.
- Tubería para desviaciones mayores a 3m antes de una válvula de control.
- Independientemente de la longitud de desviación, una pierna colectoras trampa

4.8.1.6 Selección de trampas de vapor para tuberías ramales

| | | |
|---------------------|---|--|
| Aplicación | : | Tuberías Ramal de Vapor |
| Tipo | : | IB (Balde invertido con válvula check interna) |
| Factor de seguridad | : | 2.0 (Recomendado) |

4.8.1.7 Selección de separadores de vapor para tuberías ramales

Estos están diseñados para remover cualquier condensado que se forme en la tubería ramales antes de que llegue al equipo usualmente instalados antes del equipo. Donde se requiera el vapor seco.

- El drenado a la salida del separador una pierna colectora y un colector de suciedad del mismo diámetro de tubería.
- Factor de seguridad para separadores de vapor =3

4.8.2 Selección de trampas servicio de cocina hospitalaria centralizada

Podemos realizar una Selección optima Según recomendaciones del ANEXO - 0022.Sistema de retorno de condensado selección y factores de seguridad marmita y freidora de vapor.

Para la selección de trampas y accesorios tomamos los siguientes datos:

- Carga de condensado : 34.07 kg/hr
- Presión entrada Absoluta : 1.72 bar
- Presión de salida Absoluta : 1 bar
- Presión diferencial Absoluta : 0.72 bar

Se selecciona:

| | | |
|------------|---|-------------------------------|
| Aplicación | : | Marmitas con camisas de Vapor |
|------------|---|-------------------------------|

Tipo : IBLV (Balde invertido con venteador grande)

Factor de Seguridad : 3.0 (Recomendado)

Accesorios Trampa : Vienen con la trampa completos.

Las recomendaciones anteriores son para descargar el condensado y el aire tanto en condiciones de régimen como en puesta de marcha. El drenado de marmitas se trampea independientemente podemos apreciar la Ilustración IV-2 la manera correcta de trampear.

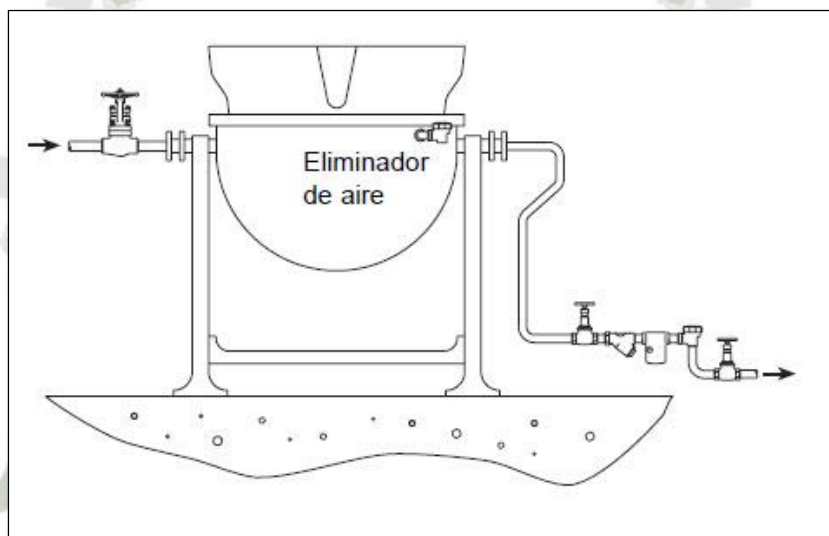


Ilustración IV-2 Marmita de vapor (Spirax Sarco)

4.8.3 Selección de trampas servicio central de esterilización

En este servicio no se recuperará el condensado del equipo, pero sí de las líneas de vapor hasta el separador de vapor. El condensado contaminado del equipo ira al desagüe.

4.8.4 Selección de trampas servicio humidificación y control de humedad hospitalario

En este servicio no se recuperará el condensado del equipo, pero sí de las líneas de vapor hasta el separador de vapor. El condensado contaminado del equipo ira al desagüe.

4.8.5 Selección de trampas servicio de desechos hospitalarios

En este Servicio no se recuperará el condensado del equipo, pero sí de las líneas de vapor hasta el separador de vapor. El condensado contaminado del equipo irá al desagüe.

4.8.6 Selección de trampas servicio de lavandería hospitalaria centralizada.

Se recuperará el condensado de las tuberías y equipos. Los equipos de los cuales se recuperarán el condensado son los de secado y planchado.

4.8.6.1 Condensado formado en prensa para prendas.

El primer sistema seca el producto al ponerlo en contacto con la superficie exterior de un cilindro lleno de vapor.

Para la selección de trampas y accesorios tomamos los siguientes datos:

- Carga de condensado : 52.07 kg/hr
- Presión entrada Absoluta : 8.0 bar
- Presión de salida Absoluta : 1.0 bar
- Presión diferencial Absoluta : 7.0 bar

Se selecciona:

Aplicación : Productos encerrados en prensas con camisas de vapor

Tipo : IB (Balde Invertido)

Factor de Seguridad : 2.0 (Recomendado)

Accesorios Trampa : Vienen con la trampa completos.

4.8.6.2 Condensado formado en calandria secadoras

La velocidad de rotación, es relativamente baja, lo cual permite que el condensado se acumule en el fondo de la cámara colectora. Las prendas van dentro de un cilindro rotatorio

donde tubos con vapor secan la ropa al entrar en contacto directo a través de la inyección de aire caliente

Para la selección de trampas y accesorios tomamos los siguientes datos:

- Carga de condensado : 158.2 kg/hr
- Presión entrada Absoluta : 8.0 bar
- Presión de salida Absoluta : 1.0 bar
- Presión Diferencial Absoluta : 7.0 bar

Se selecciona:

- Aplicación : Productos encerrados en prensas con camisas de vapor
- Tipo : DC (Control diferencial de condensado)
- Factor de Seguridad : 3.0 (Recomendado)
- Accesorios Trampa : Vienen con la Trampa completos.

4.8.6.3 Condensado formado en secadora rotatoria

En estos equipos se insufla aire caliente que es calentado a través de un serpentín que contiene vapor la cantidad de aire que ingresa es medida por operación (minutos).

Para la selección de trampas y accesorios tomamos los siguientes datos:

- Carga de condensado : 174.834 kg/hr
- Presión entrada Absoluta : 8.0 bar
- Presión de salida Absoluta : 1.0 bar
- Presión Diferencial Absoluta : 7.0 bar

Se selecciona:

- Aplicación : Productos Encerrados en Prensas con Camisas de Vapor

- Tipo : DC (Control diferencial de condensado)
- Factor de Seguridad : 3.0 (Recomendado)
- Accesorios Trampa : Vienen con la trampa completos.

4.8.7 Selección de trampas de vapor sistema de agua caliente sanitaria ACS

Para trampear este equipo necesitamos obtener los siguientes datos.

Para la selección de trampas y accesorios tomamos los siguientes datos:

- Carga de condensado : 361.00 kg/hr
- Presión entrada Absoluta : 10 bar
- Presión de salida Absoluta : 1.0 bar
- Presión Diferencial Absoluta : 9.0 bar

Se selecciona:

- Aplicación : Productos encerrados en prensas con camisas de vapor
- Tipo : FT (Flotador y Termostática)
- Factor de Seguridad : 2.0 (Recomendado)
- Accesorios Trampa : Vienen con la Trampa completos.

4.8.8 Cuadro resumen selección de trampas

En la siguiente tabla IV-17 mostramos los resultados de la selección realizada de las trampas de vapor de equipos.

A continuación, el significado de algunas siglas de las trampas de vapor.

- IBLV : Balde Invertido con Venteador grande.
- IBCV : Balde Invertido con Válvula Check Interna.

- F&T : Flotador y Termostática
- DC : Controlador Diferencial de Condensado
- IB : Balde Invertido.

Tabla IV-17 Resumen de trampas seleccionadas.

| Nro. | SERVICIO HOSPITAL | Presión Vapor (bar) | Condensado Formado (kg/hr) | Factor de Seguridad | Condensado (kg/hr) | Selección Trampa | Presión entrada [bar]r | Presión de salida [bar]r | Presión Diferencial [bar]r |
|------|---|---------------------|----------------------------|---------------------|--------------------|------------------|------------------------|--------------------------|----------------------------|
| 1 | SISTEMA DE DISTRIBUCION DE VAPOR | | | | | | | | |
| 2 | Tuberías Principales y Ramales | 10.000 | 54.998 | 2.000 | 109.996 | IBCV | 10.000 | 1.000 | 9.000 |
| 3 | Manifold Principal | 10.000 | 235.230 | 1.500 | 352.845 | IBLV | 10.000 | 1.000 | 9.000 |
| 4 | COCINA HOSPITALARIA CENTRALIZADA | | | | | | | | |
| 5 | Marmita Volcables 100 Litros | 1.500 | 34.079 | 3.000 | 102.237 | IBLV | 1.500 | 1.000 | 0.500 |
| 6 | Marmita Volcables 100 Litros | 1.500 | 34.079 | 3.000 | 102.237 | IBLV | 1.500 | 1.000 | 0.500 |
| 7 | Marmita Volcables 50 Litros | 1.500 | 17.039 | 3.000 | 51.117 | IBLV | 1.500 | 1.000 | 0.500 |
| 8 | Plancha Freidora a vapor. | 1.500 | 2.100 | 3.000 | 6.300 | IBLV | 1.500 | 1.000 | 0.500 |
| 9 | LAVANDERIA HOSPITALARIA CENTRALIZADA | | | | | | | | |
| 10 | Secadora Rotativa (34Kg) | 8.500 | 174.834 | 3.000 | 524.502 | DC | 8.500 | 1.000 | 7.500 |
| 11 | Calandria Prendas Planas | 8.500 | 158.200 | 3.000 | 474.600 | DC | 8.500 | 1.000 | 7.500 |
| 12 | Prensa para Prendas forma | 8.500 | 52.700 | 2.000 | 105.400 | IB | 8.500 | 1.000 | 7.500 |
| 13 | SERVICIO DE AGUA CALIENTE SANITARIA | | | | | | | | |
| 14 | Calentador de Agua Instantáneo | 1.000 | 361.000 | 2.000 | 722.000 | IBCV | 1.200 | 1.000 | 0.200 |

Fuente: Propia

Usaremos una IB con venteador de aire externo cuando se excedan las limitaciones de presión de la F&T o si el vapor está sucio.

4.9 CÁLCULO DE TUBERIAS DE DRENADO CONDENSADO

Consideraciones Iniciales para el Cálculo para que éstas tuberías sean capaces de transportar condensado y vaporizado sin problemas:

- Considerarla como si fueran tuberías de agua.
- Caudal Igual a 02 Veces el Régimen
- Velocidad del Condensado 10 m/s

- Velocidad del vapor flash de 20.11 m/s

4.9.1 Líneas de drenaje hacia las trampas de vapor

El condensado tiene va fluir desde la superficie de condensación hasta trampas estás están a la misma presión.

Las líneas entre los puntos de drenaje y las trampas pueden ser instaladas con una pequeña pendiente de una pulgada cada 3 metros.

4.9.1.1 Procedimiento para hallar el diámetro nominal de la tubería

Basándonos en la siguiente ecuación para determinar el diámetro de las tuberías

Cálculo del diámetro interno:

$$D = \sqrt{\frac{4 * Mv * v}{\pi * W}}$$

- Di = diametro interno en metros
- Mv = flujo masico en kg/Seg
- v = volumen especifica en m³/kg
- W = velocidad del fluido

4.9.1.1.2 Procedimiento para hallar el espesor de la tubería según norma ASA

El material en las tuberías según norma ASA es de designación ASTM A-S3 especificación M y grado A

Hallamos el espesor:

$$t = \frac{P * D_e}{2 * S + 0.8 * P} + C$$

- t = espesor minimo de la pared (mm, pulgadas)
- D_e = diametro exterior (mm, pulg)
- P = Presion de trabajo ($\frac{Kg-f}{cm^2}$, psi)

- $S =$ esfuerzo maximo permitido en el material $\left(\frac{\text{Kg-f}}{\text{cm}^2}, \text{psi}\right)$
- $C =$ espesor adicional, como prevision para resistencia mecanica

Para diametros menores a 1 " $c = 0.05$ pulgadas o 1.27 mm

Para diametros mayores a 1 " $c = 0.065$ pulgadas o 1.65 mm

Como ejemplo de cálculo tomaremos el cálculo de la tubería de descarga del servicio de cocina específicamente de Marmita #1 de 100Litros

Hallar el diámetro nominal de la tubería

Basándonos en la siguiente ecuación para determinar el diámetro de las tuberías

Cálculo del diámetro interno:

Datos:

- $D_i =$ diametro interno en m
- $Mv = 6.158 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} = 0.019 \frac{\text{kg}}{\text{Seg}}$
- $p = 1.5\text{bar}$
- $v = 0.714 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$
- $W = 10 \text{ m/seg}$ Asumiremos el siguiente valor

$$D = \sqrt{\frac{4 * Mv * v}{\pi * W}}$$

Reemplazamos valores:

$$D = \sqrt{\frac{4 * 0.019 * 0.714}{\pi * 10}} \quad D = 0.04149 \text{ m}$$

$$D = 41.497 \text{ mm}$$

Una vez obtenido el resultado del diámetro procedemos a estandarizar el diámetro con las tablas (**ANEXO - 0018. Tuberías comerciales de acero al carbono**)

$$D = 41.497 \text{ mm Estandarizamos a } D = 40 \text{ mm}$$

Después de estandarizar el diámetro procedemos al respectivo recalculó si nuestra velocidad supuesta está dentro del rango de velocidades de vapor saturado.

Haciendo el recalcúló de la velocidad para un diámetro estándar según tablas.

Datos:

- $D_i = 40 \text{ m m}$
- $M_v = 0.019 \text{ kg/Seg}$
- $v = 0.714 \text{ m}^3/\text{kg}$
- $p = 1.5 \text{ bar}$

Remplazamos valores:

$$W = \frac{4 * M_v * v}{\pi * D^2} = \frac{4 * 0.019 * 0.714}{\pi * 0.040^2} \quad W = 10.763 \text{ m/seg}$$

$$W = 10.763 \text{ m/seg}$$

La velocidad recomendada ramales está dentro del rango

Vapor Saturado Ramales $5 < W < 12 \text{ m/seg}$

Por lo tanto, el diámetro es el correcto.

A. Hallar el espesor de la tubería según norma ASA.

El material en las tuberías según norma ASA es de designación ASTM A-S3 especificación M y de grado A

Especificamos el espesor de la tubería anterior de 40 mm de diámetro nominal que conducirá vapor saturado a 1.5 bar y una temperatura de 111.35°C

Hallamos el espesor:

Datos:

$$t = \text{____}(\text{mm})$$

- $D_e = 141.3 \text{ mm}$ (**Anexo – 0018 tuberías de acero al carbono.**)
- $P = 1.5 \text{ bar} \rightarrow (\text{Kg} - \text{f/cm}^2) 1.656 (\text{Kg} - \text{f/cm}^2)$
- $S = 844 (\text{Kg} - \text{f/cm}^2)$ Hallado Anexo –
0017 Normas y especificaciones para tuberías de Fuerza
- $C =$ espesor adicional, como prevision para resistencia mecanica

Para diámetros menores a 1" o 25.5mm $c = 0.05$ pulgadas o 1.27 mm

Para diámetros mayores a 1" o 25.5mm $c = 0.065$ pulgadas o 1.65 mm

Remplazamos valores:

$$t = \frac{P * D_e}{2 * S + 0.8 * P} + C t = \frac{1.656 * 48.3}{2 * 844 + 0.8 * 1.656} + 1.65$$

$$t = 1.314 \text{ mm}$$

Ingresamos con el diámetro nominal estándar 125 mm y buscamos un espesor estándar.

El resultado más próximo según tablas será.

Estandarizando las dimensiones de las tuberías el número de cedula

RESULTADOS FINALES OBTENIDOS:

- ✓ Diámetro nominal = 40.00 mm.
- ✓ Numero de cedula = STD – Sch. 40
- ✓ Diámetro Exterior = 48.30 mm
- ✓ Espesor de la pared = 3.680 mm

Diámetro en las líneas de drenaje hacia las trampas de vapor

En la siguiente Tabla IV-19 podemos apreciar el cálculo de tuberías de drenaje hacia las trampas de vapor de los equipos de cada servicio que se recuperan el condensado.

Además, podemos observar los datos.

Tabla IV-18 Diámetros en líneas de drenaje hacia las trampas de vapor.

| Nro. | SERVICIO HOSPITAL | Presión Vapor (bar) | Condensado Formado (kg/hr) | Factor de Seguridad | Condensado (kg/hr) | Volumen Específico (m ³ /kg) | Velocidad del Fluido (m/s) | Diámetro Calculado (mm) | Diámetro DN Comercial (mm) | Diámetro Exterior Real (mm) | Comprobación Velocidad Fluido (m/s) | Esfuerzo de Diseño S (kg-f/cm ²) | Espesor adicional C (mm) | Espesor de Tubería t (mm) | Espesor Comercial (mm) | Espesor Comercial Weight Class | Espesor Comercial Schedule |
|------|--------------------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------|--------------------|---|----------------------------|-------------------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|--|--------------------------|---------------------------|------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| 4 | COCINA HOSPITALARIA CENTRALIZADA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Marmita Volcables 100 Litros | 1.500 | 34.079 | 2.000 | 68.158 | 0.714 | 10.000 | 41.497 | 40.000 | 48.300 | 10.763 | 844.000 | 1.270 | 1.314 | 3.680 | STD | 40.000 |
| 6 | Marmita Volcables 100 Litros | 1.500 | 34.079 | 2.000 | 68.158 | 0.714 | 10.000 | 41.497 | 40.000 | 48.300 | 10.763 | 844.000 | 1.270 | 1.314 | 3.680 | STD | 40.000 |
| 7 | Marmita Volcables 50 Litros | 1.500 | 17.039 | 2.000 | 34.078 | 0.714 | 10.000 | 29.343 | 32.000 | 42.200 | 8.408 | 844.000 | 1.270 | 1.308 | 3.560 | STD | 40.000 |
| 8 | Plancha Freidora a vapor. | 1.500 | 2.100 | 2.000 | 4.200 | 0.714 | 10.000 | 10.301 | 15.000 | 21.300 | 4.716 | 844.000 | 1.270 | 1.289 | 2.770 | STD | 40.000 |
| 9 | LAVANDERIA HOSPITALARIA CENTRALIZADA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | Secadora Rotativa (34Kg) | 8.500 | 174.834 | 2.000 | 349.668 | 0.204 | 10.000 | 50.241 | 50.000 | 60.300 | 10.097 | 844.000 | 1.270 | 1.578 | 3.910 | STD | 40.000 |
| 11 | Calandria Prendas Planas | 8.500 | 158.200 | 2.000 | 316.400 | 0.204 | 10.000 | 47.791 | 50.000 | 60.300 | 9.136 | 844.000 | 1.270 | 1.578 | 3.910 | STD | 40.000 |
| 12 | Prensa para Prendas forma | 8.500 | 52.700 | 2.000 | 105.400 | 0.204 | 10.000 | 27.583 | 32.000 | 42.200 | 7.430 | 844.000 | 1.270 | 1.486 | 3.560 | STD | 40.000 |
| 13 | SERVICIO DE AGUA CALIENTE SANTARIA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | Calentador de Agua Instantáneo | 1.000 | 361.000 | 2.000 | 722.000 | 0.881 | 10.000 | 150.027 | 150.000 | 168.300 | 10.004 | 844.000 | 1.270 | 1.372 | 7.110 | STD | 40.000 |

Fuente Propia

4.9.2 Líneas de descarga de las trampas de vapor

A la salida de las trampas las líneas de condensado tienen que transportar el condensado y cualquier incondensable hacia el colector o línea Principal

Consideraremos los mismos diámetros a la salida de las rampas de los que se calcularon.

En estos tramos de tubería la presión del vapor será considerado 1bar.

4.9.3 Línea de bombeo de condensado

Finalmente, el condensado será bombeado desde el receptor hasta la caldera. Estas líneas conducen solamente agua y pueden utilizarse velocidades un poco mayores para reducir los diámetros de tuberías.

La línea de bombeo de condensado deberá ir de todos los servicios hacia

Tabla IV-19 Cálculo de tuberías de condensado sistema de bombeo

| N° | Zona | EQUIPOS | Tramo | Condensado (kg/hr) | Volumen Específico (m ³ /kg) | Velocidad del Fluido (m/s) | Diametro Calculado (mm) | Diametro DN Comercial (mm) | Diametro Exterior Real (mm) | Esfuerzo de Diseño S (kg-f/cm ²) | Espesor adicional C (mm) | Espesor de Tubería t (mm) | Espesor Comercial Weight Class | Espesor Comercial Schedule |
|----|------|--|-----------|--------------------|---|----------------------------|-------------------------|----------------------------|-----------------------------|--|--------------------------|---------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| 1 | 1 | COCINA HOSPITALARIA CENTRALIZADA | Tramo G-F | 187.560 | 0.001 | 0.500 | 11.867 | 15.000 | 21.300 | 844.000 | 1.270 | 1.296 | STD | 40.000 |
| 8 | 2.2 | Tramo de Tubería para Servicios 1 y 2 | Tramo F-E | 189.873 | 0.001 | 0.500 | 11.940 | 15.000 | 21.300 | 844.000 | 1.270 | 1.303 | STD | 40.000 |
| 12 | 3.3 | Tramo de Tubería para Servicios 3, 2 y 1 | Tramo E-C | 192.338 | 0.001 | 0.500 | 12.018 | 15.000 | 21.300 | 844.000 | 1.270 | 1.306 | STD | 40.000 |
| 16 | 4.3 | Tramo de Tubería para Servicios 4, 3, 2 y 1 | Tramo C-B | 187.920 | 0.001 | 0.500 | 11.879 | 15.000 | 21.300 | 844.000 | 1.270 | 1.281 | STD | 40.000 |
| 17 | 5 | LAVANDERÍA HOSPITALARIA CENTRALIZADA. | Tramo L-B | 549.375 | 0.001 | 0.500 | 20.311 | 25.000 | 33.400 | 844.000 | 1.270 | 1.329 | STD | 40.000 |
| 26 | 5.9 | Tramo de Tubería para Servicios 5, 4, 3, 2 y 1 | Tramo B-A | 733.120 | 0.001 | 0.500 | 23.462 | 25.000 | 33.400 | 844.000 | 1.270 | 1.367 | STD | 40.000 |
| 27 | 6 | SISTEMA DE AGUA CALIENTE SANITARIA | Tramo J-A | 725.852 | 0.001 | 0.500 | 23.346 | 25.000 | 33.400 | 844.000 | 1.270 | 1.283 | STD | 40.000 |
| 28 | 6.1 | Calentador de Agua Instantáneo | Tramo j-A | 722.982 | 0.001 | 0.500 | 23.300 | 25.000 | 33.400 | 844.000 | 1.270 | 1.288 | STD | 40.000 |

Fuente: Propia

4.9.4 Sistema de bombeo de condensado

El condensado será bombeado desde el servicio de Cocina y Lavandería hasta el tanque de agua de alimentación del caldero la línea que trasportará el condensado conducirá agua libre de vapor flash

- Bomba de condensados #1 Para el Área de Cocina Hospitalaria Centralizada
- Bomba de condensados #2 Para el Área de Lavandería

En el ANEXO - 0023. bombas de condensados datos técnicos para una fácil selección.

4.10 CÁLCULO DE DILATACION Y SOPORTES PARA TUBERIAS

4.10.1 Dimensionamiento de las juntas de dilatación

Las juntas de expansión metálicas son elementos flexibles cuyo principal objetivo es absorber los movimientos que se presentan en los sistemas de tubería, mismos que pueden ser ocasionados por los cambios de temperatura, presión del sistema, velocidad del fluido, cierres de válvulas, entre otros.

Para el diseño de las juntas de dilatación debemos de considerar la siguiente tabla que se dan la dilatación térmica de las tuberías comerciales de acero al carbono.

Las tuberías cuando transportan fluidos calientes, como agua o vapor, funcionan a temperaturas superiores y, por lo tanto, se expanden o contraen.

Esto creará tensiones en ciertas zonas del sistema de distribución, como las juntas de las tuberías, que pueden llegar a romperse.

La dilatación puede calcularse mediante la siguiente formula

$$\text{Dilatación} = L \times \Delta T \times \alpha \text{ mm}$$

L = Longitud de tubería entre anclajes (m)

t = Diferencia de temperatura °C

α = Coeficiente de dilatación (mm/m°C) x 10⁻³

A continuación, vamos a calcular la dilatación de todos los tramos de tubería para poder tomar una decisión de selección de junta de expansión.

4.10.1.1 Dilatación: Tramo G-F

Para poder determinar la dilatación de tramo tenemos que tener en cuenta los siguientes datos y reemplazar en la formula.

Datos:

- Temperatura Ambiente : 23.889 °C
- Temperatura de Trabajo : 179.886 °C
- Diferencia de Temperatura : 155.997 °C
- Coeficiente de dilatación del Acero : 15mm/m°C x10-3
- Longitud : 40m

Reemplazando en la Formula:

$$\text{Dilatación} = L \times \Delta T \times \alpha \text{ mm}$$

$$\text{Dilatación} = 40\text{m} \times 155.997 \text{ °C} \times 15.0 \times 10^{-3}$$

$$\text{Dilatación} = 93.5982 \text{ mm}$$

En la siguiente Tabla IV-20 mostrados todos los resultados de los tramos de tuberías calculadas la dilatación de las tuberías es muy importante para que podamos seleccionar una junta de expansión.

Tabla IV-20 Resumen de dilatación de tuberías de vapor.

| Nº | Zona | Equipos | Tramo | Longitud Real [m] | Temperatura Ambiente [°C] | Diferencia Temperatura [dt] | Coefficiente Dilatacion Acero S. (mm/m°C) x 10 | Dilatacion Spirax Sarco [mm] |
|----|------|---|------------------|-------------------|---------------------------|-----------------------------|--|------------------------------|
| 1 | 1 | COCINA HOSPITALARIA CENTRALIZADA | Tramo G-F | 40.000 | 23.889 | 155.997 | 0.015 | 93.598 |
| 2 | 1.1 | Marmitas Volcables | Tramo G-a | 15.000 | 23.889 | 87.461 | 0.015 | 19.679 |
| 3 | 1.2 | Marmitas Volcables | Tramo G-b | 13.000 | 23.889 | 87.461 | 0.015 | 17.055 |
| 4 | 1.3 | Marmitas Volcables | Tramo G-c | 11.000 | 23.889 | 87.461 | 0.015 | 14.431 |
| 5 | 1.4 | Plancha Freidora A vapor. | Tramo G-d | 9.000 | 23.889 | 87.461 | 0.015 | 11.807 |
| 6 | 2 | CENTRAL DE ESTERILIZACIÓN | Tramo H-F | 35.000 | 23.889 | 155.997 | 0.015 | 81.898 |
| 7 | 2.1 | Esterilizador 314 Litros | Tramo H-a | 10.000 | 23.889 | 155.997 | 0.015 | 23.400 |
| 8 | 2.2 | Tramo de Tubería para Servicios 1 y 2 | Tramo F-E | 38.000 | 23.889 | 155.997 | 0.015 | 88.918 |
| 9 | 3 | HUMIDIFICACIÓN Y CONTROL DE HUMEDAD HOSPITALARIO | Tramo S-E | 45.000 | 23.889 | 155.997 | 0.015 | 105.298 |
| 10 | 3.1 | Humidificador #1 | Tramo S-a | 12.000 | 23.889 | 119.724 | 0.015 | 21.550 |
| 11 | 3.2 | Humidificador #2 | Tramo S-b | 10.000 | 23.889 | 119.724 | 0.015 | 17.959 |
| 12 | 3.3 | Tramo de Tubería para Servicios 3, 2 y 1 | Tramo E-C | 35.000 | 23.889 | 155.997 | 0.015 | 81.898 |
| 13 | 4 | DESECHOS HOSPITALARIOS | Tramo D-C | 10.000 | 23.889 | 155.997 | 0.015 | 23.400 |
| 14 | 4.1 | Esterilizador de desechos Hospitalarios 150 Litros | Tramo D-a | 15.000 | 23.889 | 134.943 | 0.015 | 30.362 |
| 15 | 4.2 | Esterilizador de desechos Hospitalarios 150 Litros | Tramo D-b | 10.000 | 23.889 | 134.943 | 0.015 | 20.241 |
| 16 | 4.3 | Tramo de Tubería para Servicios 4, 3, 2 y 1 | Tramo C-B | 11.000 | 23.889 | 155.997 | 0.015 | 25.740 |
| 17 | 5 | LAVANDERÍA HOSPITALARIA | Tramo L-B | 36.000 | 23.889 | 155.997 | 0.015 | 84.238 |
| 18 | 5.1 | Lavadora Barrera Sanitaria(49Kg) | Tramo L-a | 5.000 | 23.889 | 149.054 | 0.015 | 11.179 |
| 19 | 5.2 | Lavadora Barrera Sanitaria(49Kg) | Tramo L-b | 5.000 | 23.889 | 149.054 | 0.015 | 11.179 |
| 20 | 5.3 | Secadora Rotativa (34Kg) | Tramo L-c | 2.500 | 23.889 | 149.054 | 0.015 | 5.590 |
| 21 | 5.4 | Calandria Prendas Planas | Tramo L-d | 5.000 | 23.889 | 149.054 | 0.015 | 11.179 |
| 22 | 5.5 | Prensa para Prendas forma | Tramo L-e | 5.000 | 23.889 | 149.054 | 0.015 | 11.179 |
| 23 | 5.6 | Plancha para Prendas forma | Tramo L-f | 5.000 | 23.889 | 149.054 | 0.015 | 11.179 |
| 24 | 5.7 | Equipos de Lavado y Secado | Ramal #1 Lav | 20.000 | 23.889 | 149.054 | 0.015 | 44.716 |
| 25 | 5.8 | Equipos de Planchado | Ramal #2 Lav | 10.000 | 23.889 | 149.054 | 0.015 | 22.358 |
| 26 | 5.9 | Tramo de Tubería para Servicios 5,4,3, 2 y 1 | Tramo B-A | 28.000 | 23.889 | 155.997 | 0.015 | 65.519 |
| 27 | 6 | SISTEMA DE AGUA CALIENTE SANITARIA | Tramo J-A | 13.000 | 23.889 | 155.997 | 0.015 | 30.419 |
| 28 | 6.1 | Calentador de Agua Instantáneo | Tramo J-A | 8.000 | 23.889 | 76.017 | 0.015 | 9.122 |
| 29 | 7 | MANIFOLD PRINCIPAL | Manifold | 1.000 | 23.889 | 155.997 | 0.015 | 2.340 |
| 30 | 7.1 | Salida de Caldero de 100 BHP Hacia Manifold Principal | Tramo 100 | 20.000 | 23.889 | 216.111 | 0.015 | 64.833 |
| 31 | 7.2 | Salida de Caldero de 50 BHP Hacia Manifold Principal | Tramo 50 | 15.000 | 23.889 | 216.111 | 0.015 | 48.625 |

Fuente: Propia

Existen varios motivos métodos para absorber este movimiento de las tuberías la elección depende del diseñador en este caso utilizaremos:

- Montar una junta de Expansión

4.10.1.2 Selección de junta de dilatación: Tramo G-F

Para poder determinar la junta de dilatación de tramo tenemos que tener en cuenta los siguientes datos y reemplazar en la formula.

El primer paso para absorber el movimiento térmico consiste en cuantificar el cambio exacto en el tramo lineal del sistema de tubería sobre la distancia y un factor de seguridad adecuado.

De la tabla 01 del ANEXO - 0024. Dilatación y Junta de expansión para tuberías de vapor

| | | |
|--|---|------------|
| Temperatura de funcionamiento máxima | : | 176.000°C |
| Temperatura de funcionamiento mínima | : | 15.000°C |
| Expansión Térmica T Máx. | : | 232.600 mm |
| Expansión Térmica T Mín. | : | 37.400 mm |
| Diferencia de Expansión Térmica T Mín. | : | 195 mm |

Tabla IV-21 Cuadro de diferencia de expansión Térmica de todos los tramos de tubería.

| N° | Zona | Equipos | Tramo | Longitud Real [m] | Tmax [°C] | Tmin [°C] | Expasion Termica del tubo mm por 100 metros Tmax [°C] | Expasion Termica del tubo mm por 100 metros Tmin [°C] | Diferencia Expansión T. [mm] |
|----|------|---|------------------|-------------------|----------------|---------------|---|---|------------------------------|
| 1 | 1 | COCINA HOSPITALARIA CENTRALIZADA | Tramo G-F | 40.000 | 176.000 | 15.000 | 232.600 | 37.400 | 195.200 |
| 2 | 1.1 | Marmitas Volcables | Tramo G-a | 15.000 | 126.000 | 15.000 | 168.300 | 37.400 | 130.900 |
| 3 | 1.2 | Marmitas Volcables | Tramo G-b | 13.000 | 126.000 | 15.000 | 168.300 | 37.400 | 130.900 |
| 4 | 1.3 | Marmitas Volcables | Tramo G-c | 11.000 | 126.000 | 15.000 | 168.300 | 37.400 | 130.900 |
| 5 | 1.4 | Plancha Freidora A vapor. | Tramo G-d | 9.000 | 126.000 | 15.000 | 168.300 | 37.400 | 130.900 |
| 6 | 2 | CENTRAL DE ESTERILIZACIÓN | Tramo H-F | 35.000 | 176.000 | 15.000 | 232.600 | 37.400 | 195.200 |
| 7 | 2.1 | Esterilizador 314 Litros | Tramo H-a | 10.000 | 176.000 | 15.000 | 232.600 | 37.400 | 195.200 |
| 8 | 2.2 | Tramo de Tubería para Servicios 1 y 2 | Tramo F-E | 38.000 | 176.000 | 15.000 | 232.600 | 37.400 | 195.200 |
| 9 | 3 | HUMIDIFICACIÓN Y CONTROL DE HUMEDAD HOSPITALARIO | Tramo S-E | 45.000 | 176.000 | 15.000 | 232.600 | 37.400 | 195.200 |
| 10 | 3.1 | Humidificador #1 | Tramo S-a | 12.000 | 148.000 | 15.000 | 195.900 | 37.400 | 158.500 |
| 11 | 3.2 | Humidificador #2 | Tramo S-b | 10.000 | 148.000 | 15.000 | 195.900 | 37.400 | 158.500 |
| 12 | 3.3 | Tramo de Tubería para Servicios 3, 2 y 1 | Tramo E-C | 35.000 | 176.000 | 15.000 | 232.600 | 37.400 | 195.200 |
| 13 | 4 | DESECHOS HOSPITALARIOS | Tramo D-C | 10.000 | 176.000 | 15.000 | 232.600 | 37.400 | 195.200 |
| 14 | 4.1 | Esterilizador de desechos Hospitalarios 150 Litros | Tramo D-a | 15.000 | 160.000 | 15.000 | 211.000 | 37.400 | 173.600 |
| 15 | 4.2 | Esterilizador de desechos Hospitalarios 150 Litros | Tramo D-b | 10.000 | 160.000 | 15.000 | 211.000 | 37.400 | 173.600 |
| 16 | 4.3 | Tramo de Tubería para Servicios 4, 3, 2 y 1 | Tramo C-B | 11.000 | 176.000 | 15.000 | 232.600 | 37.400 | 195.200 |
| 17 | 5 | LAVANDERÍA HOSPITALARIA | Tramo L-B | 36.000 | 176.000 | 15.000 | 232.600 | 37.400 | 195.200 |
| 18 | 5.1 | Lavadora Barrera Sanitaria(49Kg) | Tramo L-a | 5.000 | 171.000 | 15.000 | 225.100 | 37.400 | 187.700 |
| 19 | 5.2 | Lavadora Barrera Sanitaria(49Kg) | Tramo L-b | 5.000 | 171.000 | 15.000 | 225.100 | 37.400 | 187.700 |
| 20 | 5.3 | Secadora Rotativa (34Kg) | Tramo L-c | 2.500 | 171.000 | 15.000 | 225.100 | 37.400 | 187.700 |
| 21 | 5.4 | Calandria Prendas Planas | Tramo L-d | 5.000 | 171.000 | 15.000 | 225.100 | 37.400 | 187.700 |
| 22 | 5.5 | Prensa para Prendas forma | Tramo L-e | 5.000 | 171.000 | 15.000 | 225.100 | 37.400 | 187.700 |
| 23 | 5.6 | Plancha para Prendas forma | Tramo L-f | 5.000 | 171.000 | 15.000 | 225.100 | 37.400 | 187.700 |
| 24 | 5.7 | Equipos de Lavado y Secado | Ramal #1 Lav | 20.000 | 171.000 | 15.000 | 225.100 | 37.400 | 187.700 |
| 25 | 5.8 | Equipos de Planchado | Ramal #2 Lav | 10.000 | 171.000 | 15.000 | 225.100 | 37.400 | 187.700 |
| 26 | 5.9 | Tramo de Tubería para Servicios 5,4,3, 2 y 1 | Tramo B-A | 28.000 | 176.000 | 15.000 | 232.600 | 37.400 | 195.200 |
| 27 | 6 | SISTEMA DE AGUA CALIENTE SANITARIA | Tramo J-A | 13.000 | 176.000 | 15.000 | 232.600 | 37.400 | 195.200 |
| 28 | 6.1 | Calentador de Agua Instantáneo | Tramo J-A | 8.000 | 100.000 | 15.000 | 134.200 | 37.400 | 96.800 |
| 29 | 7 | MANIFOLD PRINCIPAL | Manifold | 1.000 | 176.000 | 15.000 | 232.600 | 37.400 | 195.200 |
| 30 | 7.1 | Salida de Caldero de 100 BHP Hacia Manifold Principal | Tramo 100 | 20.000 | 176.000 | 15.000 | 232.600 | 37.400 | 195.200 |
| 31 | 7.2 | Salida de Caldero de 50 BHP Hacia Manifold Principal | Tramo 50 | 15.000 | 176.000 | 15.000 | 232.600 | 37.400 | 195.200 |

Fuente: Propia

Multiplicando la diferencia expansión térmica con la longitud real de la tubería tenemos la expansión térmica total.

Se muestra el resumen de resultados en la Tabla IV-22. Cabe indicar que se seleccionara únicamente juntas de expansión para los tramos principales y no para los ramales ya que la dilatación es mayor en estos tramos principales.

- Expansión Térmica del tubo [mm]
- Máxima Distancia a la 1° Guía [mm]
- Aproximada Distancia Entre 1° y 2° Guía[mm]
- Fuerza de Activación
- Junta de Expansión Estilo

La junta de expansión utilizada y seleccionado es el modelo Mover Estilo 150 Victaueclis es un modelo deslizante capaz de conseguir hasta 76 mm de movimiento axial absorbiendo la expansión y/o contracción las juntas de expansión van de acuerdo al diámetro de la tubería y se indica las distancias que deben de ir los apoyos o guías de anclaje.

Tabla IV-22 Expansión térmica de tuberías y selección de junta de expansión.

| N° | Zona | Equipos | Tramo | Expansión Térmica del tubo [mm] | Maxima Distancia a la 1° Guía [mm] | Aproximada Distancia Distancia Entre 1° y 2° Guía [mm] | Fuerza de Activación diámetro [N] | Junta de Expansión Estilo |
|----|------|---|------------------|---------------------------------|------------------------------------|--|-----------------------------------|---------------------------|
| 1 | 1 | COCINA HOSPITALARIA CENTRALIZADA | Tramo G-F | 78.08 | 101.600 | 406.400 | 6074.000 | 155 Victaulic |
| 2 | 1.1 | Marmitas Volcables | Tramo G-a | 19.635 | 101.600 | 406.400 | 6074.000 | 150 Victaulic |
| 3 | 1.2 | Marmitas Volcables | Tramo G-b | 17.017 | 101.600 | 406.400 | 6074.000 | 150 Victaulic |
| 4 | 1.3 | Marmitas Volcables | Tramo G-c | 14.399 | 101.600 | 406.400 | 6074.000 | 150 Victaulic |
| 5 | 1.4 | Plancha Freidora A vapor. | Tramo G-d | 11.781 | 101.600 | 406.400 | 6074.000 | 150 Victaulic |
| 6 | 2 | CENTRAL DE ESTERILIZACIÓN | Tramo H-F | 68.32 | 101.600 | 406.400 | 6074.000 | 150 Victaulic |
| 7 | 2.1 | Esterilizador 314 Litros | Tramo H-a | 19.52 | 101.600 | 406.400 | 6074.000 | 150 Victaulic |
| 8 | 2.2 | Tramo de Tubería para Servicios 1 y 2 | Tramo F-E | 74.176 | 127.000 | 431.800 | 8522.000 | 150 Victaulic |
| 9 | 3 | HUMIDIFICACIÓN Y CONTROL DE HUMEDAD HOSPITALARIO | Tramo S-E | 87.84 | 101.600 | 406.400 | 6074.000 | 155 Victaulic |
| 10 | 3.1 | Humidificador #1 | Tramo S-a | 19.02 | 101.600 | 406.400 | 6074.000 | 150 Victaulic |
| 11 | 3.2 | Humidificador #2 | Tramo S-b | 15.85 | 101.600 | 406.400 | 6074.000 | 150 Victaulic |
| 12 | 3.3 | Tramo de Tubería para Servicios 3, 2 y 1 | Tramo E-C | 68.32 | 152.400 | 533.400 | 8522.000 | 150 Victaulic |
| 13 | 4 | DESECHOS HOSPITALARIOS | Tramo D-C | 19.52 | 101.600 | 406.400 | 6074.000 | 150 Victaulic |
| 14 | 4.1 | Esterilizador de desechos Hospitalarios 150 Litros | Tramo D-a | 26.04 | 101.600 | 406.400 | 6074.000 | 150 Victaulic |
| 15 | 4.2 | Esterilizador de desechos Hospitalarios 150 Litros | Tramo D-b | 17.36 | 101.600 | 406.400 | 6074.000 | 150 Victaulic |
| 16 | 4.3 | Tramo de Tubería para Servicios 4,3, 2 y 1 | Tramo C-B | 21.472 | 152.400 | 533.400 | 8522.000 | 150 Victaulic |
| 17 | 5 | LAVANDERÍA HOSPITALARIA | Tramo L-B | 70.272 | 152.400 | 533.400 | 8522.000 | 150 Victaulic |
| 18 | 5.1 | Lavadora Barrera Sanitaria(49Kg) | Tramo L-a | 9.385 | 101.600 | 406.400 | 6074.000 | 150 Victaulic |
| 19 | 5.2 | Lavadora Barrera Sanitaria(49Kg) | Tramo L-b | 9.385 | 101.600 | 406.400 | 6074.000 | 150 Victaulic |
| 20 | 5.3 | Secadora Rotativa (34Kg) | Tramo L-c | 4.6925 | 101.600 | 406.400 | 6074.000 | 150 Victaulic |
| 21 | 5.4 | Calandria Prendas Planas | Tramo L-d | 9.385 | 101.600 | 406.400 | 6074.000 | 150 Victaulic |
| 22 | 5.5 | Prensa para Prendas forma | Tramo L-e | 9.385 | 101.600 | 406.400 | 6074.000 | 150 Victaulic |
| 23 | 5.6 | Plancha para Prendas forma | Tramo L-f | 9.385 | 101.600 | 406.400 | 6074.000 | 150 Victaulic |
| 24 | 5.7 | Equipos de Lavado y Secado | Ramal #1 Lav | 37.54 | 101.600 | 406.400 | 6074.000 | 150 Victaulic |
| 25 | 5.8 | Equipos de Planchado | Ramal #2 Lav | 18.77 | 101.600 | 406.400 | 6074.000 | 150 Victaulic |
| 26 | 5.9 | Tramo de Tubería para Servicios 5,4,3, 2 y 1 | Tramo B-A | 54.656 | 254.000 | 889.000 | 10280.000 | 150 Victaulic |
| 27 | 6 | SISTEMA DE AGUA CALIENTE SANITARIA | Tramo J-A | 25.376 | 101.600 | 406.400 | 6074.000 | 150 Victaulic |
| 28 | 6.1 | Calentador de Agua Instantáneo | Tramo J-A | 7.744 | 203.200 | 711.200 | 10280.000 | 150 Victaulic |
| 29 | 7 | MANIFOLD PRINCIPAL | Manifold | 1.952 | 254.000 | 889.000 | 10280.000 | 150 Victaulic |
| 30 | 7.1 | Salida de Caldero de 100 BHP Hacia Manifold Principal | Tramo 100 | 39.04 | 203.200 | 711.200 | 10280.000 | 150 Victaulic |
| 31 | 7.2 | Salida de Caldero de 50 BHP Hacia Manifold Principal | Tramo 50 | 29.28 | 127.000 | 431.800 | 8522.000 | 150 Victaulic |

Fuente: Propia

4.10.2 Soportes para tuberías

Para el cálculo y selección de soportes de soporte de tuberías tomaremos las siguientes consideraciones generales recomendadas:

- El criterio general de selección y diseño de soportes es usar lo más simple posible, criterios de proporción y estética.
- En caso que se presenten cargas concentradas, los soportes deberían estar puestos tan cerca como sea posible a la carga, con la intención de mantener el esfuerzo al mínimo.
- Cuando sea practico, la tubería vertical será soportada independientemente de la tubería horizontal conectada.
- Selección y diseño de los soportes en los límites de la seguridad, promoviendo la posibilidad de errores y fallas en los soportes.
- El espacio entre los soportes será como se especifica en el código ASME B31.3 párrafo 320. (Guzman Acosta, 2012).

4.10.2.1 Determinar el claro entre soportes

Para poder determinar el espacio entre soportes de tubería nos basaremos en el código ASME B31.3 párrafo “320 ANALYSIS OF SUSTAINED LOADS” aplicable para tuberías de acero al carbón cédula 40

De acuerdo con el párrafo “321.1.2 Analysis” estas tablas deben de ser usadas solo como guía, para servicio críticos se deben realizar los cálculos correspondientes, debemos de diferenciar el tipo de servicio de cada tramo de tubería para poder utilizar la siguiente tabla.

- Temperatura de trabajo
- Tuberías de vapor con aislamiento
- Tuberías de condensado aislamiento

4.10.2.2 Ubicación soportes de tuberías

La ubicación correcta de los soportes colgantes o soportes fijos involucra consideraciones de la propia ruta de la tubería, los puntos preferidos de fijación de la tubería son:

- Sobre la tubería y nunca sobre componentes válvulas accesorios o juntas de expansión
- Sobre tramos rectos de tubería no sobre codos o juntas angulares
- Sobre tramos de tuberías que no requieran remoción frecuente para limpieza o mantenimiento
- Lo más cerca posible de concentraciones grandes de carga, tales como: tramos verticales, ramales de tubería, válvulas pesadas separadores colaboradores
- Soportes deben estar localizados cerca de estructuras existentes de acero para maximizar la facilidad de diseño y construcción. (Guzman Acosta, 2012)

4.10.2.3 Selección de soportes

El soporte apropiado para cualquier aplicación dada es gobernado por el ruteo de la tubería y condiciones de operación

- Colgadores: Si están por encima de la tubería
- Soportes: Si están por debajo de la tubería

Tipos de soporte:

- Soportes Flexibles
- Soportes Rígidos

Restricciones:

- Anclajes: para fijar completamente la tubería en ciertos puntos

- Topes: para prevenir el movimiento longitudinal de la tubería permitiéndole rotar
- Guías: Para permitir desplazamientos en una dirección específica
- Amortiguadores: limita el movimiento de la tubería debido a fuerzas diferentes al peso y a la expansión térmica. (Guzman Acosta, 2012)

4.10.2.4 Recomendaciones de soportes según el tipo de tubería

1. **Sistemas Calientes $T > 49\text{ }^{\circ}\text{C}$**
 - a. $49 < T < 232\text{ }^{\circ}\text{C}$, Agua caliente, vapor a baja presión y ciertos procesos.
 - b. $232 < T < 343\text{ }^{\circ}\text{C}$ vapor industrial y sistemas de tuberías de agua caliente
 - c. $T < 400\text{ }^{\circ}\text{C}$, Planta de vapor de alta presión
2. **A Temperatura ambiente, $21 < T < 49\text{ }^{\circ}\text{C}$**
 - a. Tuberías de aire y agua.

Tabla IV-23 Soportes recomendados según tipo de tubería (MSS SP-58, 2002)

| Tipo de tubería | Tipo de soporte MSS-SP-58 | Observaciones |
|-----------------|--|--|
| 1.a | 1 y 3 – 12. 45 y 43 – 46. 35 – 38. | Suspendidos. Inferior con rodillos. Deslizantes. |
| 1.b | 1, 3, 4, 42, 41 y 43 – 46. | Rodillos. |
| 1.c | 2, 3, 39, 41, 42 – 47. | Por la alta temperatura deben estar hechos de materiales resistentes a la temperatura. |
| 2 | 1, 3 – 12, 35 – 38. | |
| 3 | 40. 1, 4, 6, 7, 9, 10, 11. | Se debe tener el soporte fuera del aislante. |

Fuente: MSS SP-58, 2002

Para la selección del tipo de Soporte de tuberías utilizaremos el Anexo-0030.

4.10.2.5 Soporte para tramo G-F

Para poder determinar la distancia entre soportes del siguiente tramo tendremos en cuenta los siguientes datos:

- Temperatura de Trabajo : 179.886 °C
- Longitud : 40m
- Diámetro DN : 25mm

Determinar el claro entre soportes:

Con el diámetro de tubería y temperatura ingresamos al Anexo-0030 tabla 3.1, la distancia entre soportes y nos da el valor de 4.000 m, distancia que se deberá de utilizar en este tramo. El número de soportes es longitud entre la distancia: 10 Soportes.

Recomendaciones de soportes según el tipo de tubería

Según Anexo-0030, tabla 3.2 de recomendaciones para Sistemas Calientes $T > 49$ °C

- Tipo de soportes suspendido : TYPE 1 (10 und)
- Tipo de soportes Inferior : TYPE 44 (02 und)
- Tipo de soportes deslizantes : TYPE 35 (03 und)

Selección de soportes

Según Anexo-0030, tabla 3.3 diferentes tipos de soportes recomendados para sistemas calientes $T > 49$ °C

En la siguiente Tabla IV-23 mostramos todos los resultados de los tramos de tuberías con el número de soportes a utilizar y el tipo según ruta.

Tabla IV-24 Tramos de tubería distancia entre soportes, tipo y numero.

| Nº | Zona | Tramo | Presion Vapor [bar r] | Temperatura [°C] | Longitud Real [m] | Diametro DN Comercial (mm) | Distancia Entre Soportes [m] | Tipo de Soporte MSS SP-58 Suspendingo | UND | Tipo de Soporte MSS SP-58 Inferior | UND | Tipo de Soporte MSS SP-58 Deslizantes | UND |
|----|------|--------------|-----------------------|------------------|-------------------|----------------------------|------------------------------|---------------------------------------|--------|------------------------------------|-------|---------------------------------------|-------|
| 1 | 1 | Tramo G-F | 10.000 | 179.886 | 40.000 | 25.000 | 4.000 | TYPE-1 | 10.000 | TYPE-44 | 2.000 | TYPE-35 | 3.000 |
| 2 | 1.1 | Tramo G-a | 1.500 | 111.350 | 15.000 | 25.000 | 4.000 | TYPE-1 | 4.000 | TYPE-44 | 2.000 | TYPE-35 | 2.000 |
| 3 | 1.2 | Tramo G-b | 1.500 | 111.350 | 13.000 | 25.000 | 4.000 | TYPE-1 | 4.000 | TYPE-44 | 2.000 | TYPE-35 | 2.000 |
| 4 | 1.3 | Tramo G-c | 1.500 | 111.350 | 11.000 | 25.000 | 4.000 | TYPE-1 | 3.000 | TYPE-44 | 2.000 | TYPE-35 | 2.000 |
| 5 | 1.4 | Tramo G-d | 1.500 | 111.350 | 9.000 | 15.000 | 3.500 | TYPE-1 | 3.000 | TYPE-44 | 2.000 | TYPE-35 | 2.000 |
| 6 | 2 | Tramo H-F | 10.000 | 179.886 | 35.000 | 20.000 | 5.000 | TYPE-1 | 7.000 | TYPE-36 | 1.000 | TYPE-35 | 2.000 |
| 7 | 2.1 | Tramo H-a | 10.000 | 179.886 | 10.000 | 15.000 | 5.000 | TYPE-1 | 2.000 | TYPE-36 | 1.000 | TYPE-35 | 2.000 |
| 8 | 2.2 | Tramo F-E | 10.000 | 179.886 | 38.000 | 32.000 | 5.000 | - | - | - | - | TYPE-35 | 8.000 |
| 9 | 3 | Tramo S-E | 10.000 | 179.886 | 45.000 | 20.000 | 5.000 | TYPE-1 | 5.000 | TYPE-36 | 2.000 | TYPE-35 | 6.000 |
| 10 | 3.1 | Tramo S-a | 4.000 | 143.613 | 12.000 | 15.000 | 3.500 | TYPE-1 | 3.000 | - | - | - | - |
| 11 | 3.2 | Tramo S-b | 4.000 | 143.613 | 10.000 | 15.000 | 3.500 | TYPE-1 | 3.000 | - | - | - | - |
| 12 | 3.3 | Tramo E-C | 10.000 | 179.886 | 35.000 | 40.000 | 5.000 | - | - | - | - | TYPE-35 | 7.000 |
| 13 | 4 | Tramo D-C | 10.000 | 179.886 | 10.000 | 15.000 | 5.000 | - | - | TYPE-36 | 2.000 | - | - |
| 14 | 4.1 | Tramo D-a | 6.000 | 158.832 | 15.000 | 15.000 | 3.500 | TYPE-1 | 3.000 | - | - | TYPE-35 | 2.000 |
| 15 | 4.2 | Tramo D-b | 6.000 | 158.832 | 10.000 | 15.000 | 3.500 | TYPE-1 | 3.000 | - | - | TYPE-35 | 2.000 |
| 16 | 4.3 | Tramo C-B | 10.000 | 179.886 | 11.000 | 40.000 | 5.000 | - | - | - | - | TYPE-35 | 4.000 |
| 17 | 5 | Tramo L-B | 10.000 | 179.886 | 36.000 | 40.000 | 5.000 | - | - | - | - | TYPE-35 | 7.000 |
| 18 | 5.1 | Tramo L-a | 8.500 | 172.943 | 5.000 | 15.000 | 3.500 | TYPE-1 | 2.000 | - | - | TYPE-35 | 1.000 |
| 19 | 5.2 | Tramo L-b | 8.500 | 172.943 | 5.000 | 15.000 | 3.500 | TYPE-1 | 2.000 | - | - | TYPE-35 | 1.000 |
| 20 | 5.3 | Tramo L-c | 8.500 | 172.943 | 2.500 | 20.000 | 3.500 | TYPE-1 | 2.000 | - | - | TYPE-35 | 1.000 |
| 21 | 5.4 | Tramo L-d | 8.500 | 172.943 | 5.000 | 15.000 | 3.500 | TYPE-1 | 2.000 | - | - | TYPE-35 | 1.000 |
| 22 | 5.5 | Tramo L-e | 8.500 | 172.943 | 5.000 | 15.000 | 3.500 | TYPE-1 | 2.000 | - | - | TYPE-35 | 1.000 |
| 23 | 5.6 | Tramo L-f | 8.500 | 172.943 | 5.000 | 15.000 | 3.500 | TYPE-1 | 2.000 | - | - | TYPE-35 | 1.000 |
| 24 | 5.7 | Ramal #1 Lav | 8.500 | 172.943 | 20.000 | 25.000 | 3.500 | TYPE-1 | 3.000 | - | - | - | - |
| 25 | 5.8 | Ramal #2 Lav | 8.500 | 172.943 | 10.000 | 20.000 | 3.500 | TYPE-1 | 3.000 | - | - | - | - |
| 26 | 5.9 | Tramo B-A | 10.000 | 179.886 | 28.000 | 65.000 | 5.000 | - | - | - | - | TYPE-35 | 6.000 |
| 27 | 6 | Tramo J-A | 10.000 | 179.886 | 13.000 | 25.000 | 5.000 | TYPE-1 | 2.000 | TYPE-36 | 1.000 | TYPE-35 | 2.000 |
| 28 | 6.1 | Tramo J-a | 1.000 | 99.906 | 8.000 | 50.000 | 3.500 | TYPE-1 | 3.000 | - | - | - | - |
| 29 | 7 | Manifold | 10.000 | 179.886 | 1.000 | 65.000 | 5.000 | TYPE-1 | 2.000 | TYPE-36 | 1.000 | TYPE-35 | 2.000 |
| 30 | 7.1 | Tramo 100 | 10.000 | 240.000 | 20.000 | 50.000 | 5.000 | TYPE-1 | 2.000 | TYPE-36 | 1.000 | TYPE-35 | 2.000 |
| 31 | 7.2 | Tramo 50 | 10.000 | 240.000 | 15.000 | 32.000 | 5.000 | TYPE-1 | 2.000 | TYPE-36 | 1.000 | TYPE-35 | 2.000 |

Fuente: Propia

4.11 CÁLCULO SISTEMA DE AISLAMIENTO DE REDES

En la selección siguiente indicaremos aquellos espesores mínimos aconsejables por la compañía ISOVER en sus productos ROCLAINÉ en función de las temperaturas de trabajo más usuales diámetro de la tubería y del rendimiento óptimo del material aislante

4.11.1 Determinación del aislamiento térmico tubería de vapor

Seguiremos el siguiente Procedimiento Para el cálculo del aislamiento

- Seleccionaremos el Espesor de Aislamiento Optimo del **Anexo-0025 Sistema de Aislamiento Térmico**
- para realizar este paso debemos de tener el siguiente dato:
 - Presión y temperatura de saturación de trabajo
 - Diámetro comercial del tramo que ya se ha calculado
- Obtenemos Perdidas Unitarias y Temperatura Exterior del **Anexo-0025 Sistema de aislamiento térmico**
- del Material aislante Seleccionado datos de Ingreso
 - Presión y temperatura de saturación de trabajo
 - Diámetro comercial del tramo que ya se ha calculado
- Obtenemos Perdidas de calor de una Tubería Sin aislamiento **Anexo 0026-Maximizar la eficiencia energética del sistema con el aislamiento**
 - Asumiremos una temperatura ambiente de 70 F
 - Ingresaremos con la temperatura de saturación de trabajo y obtenemos las pérdidas de calor.
- Cálculo de la eficiencia del aislamiento en la tubería de vapor.

Esta deberá ser superior al 80% de lo contrario tendremos que seleccionar dos capas a más para obtener pérdidas de calor unitarias menores.

Para el cálculo del espesor del aislamiento óptimo en las tuberías principales de la red de vapor, procedemos a utilizar los fundamentos de transferencia de calor y las fórmulas en este caso aplicaremos el procedimiento completo para el servicio de cocina hospitalaria centralizada y para los demás servicios se mostrará una tabla con resultados.

4.11.1.1 Cálculo aislamiento del servicio de cocina hospitalaria centralizada

Realizaremos los cálculos y la selección de aislamiento del servicio de cocina hospitalaria centralizada de todos los tramos.

4.11.1.1.1 Selección de aislamiento tramo de alimentación de vapor para marmita #1 de 100 litros.

Siguiendo el procedimiento antes mencionado procederemos.

a. Determinación del diámetro del espesor óptimo.

Diámetro de la tubería : 25mm / 1Pulg

Presión Trabajo : 1.5 bar(r)

Temperatura Saturación : 111.350 °C / 232.430°F/ Aprox. 100 °C

Ingresando al **ANEXO - 0025. Sistema de Aislamiento Térmico** con el diámetro de la tubería y la temperatura de saturación obtenemos:

Diámetro del Aislamiento : 30mm

Material : Coquilla Roclaine

b. Pérdidas unitarias y temperatura exterior

Diámetro de la tubería : 25mm / 1Pulg

Temperatura Saturación : 111.350 °C / 232.430°F/ Aprox. 100 °C

Ingresando al **ANEXO - 0025. Sistema de aislamiento térmico** Tabla 3 con el diámetro de la tubería y la temperatura de saturación obtenemos:

Perdidas unitarias de Calor q_L : 16.3 W/m

Temperatura Exterior (Revestimiento) T_{se} : 31.3°C

$$q_L = 29.2 \frac{W}{m} * L$$

$$q_L = 16.3 \frac{W}{m} * 15m = 244.5 W$$

c. Determinación de pérdidas de calor de una tubería sin aislamiento

Diámetro de la tubería : 25mm / 1Pulg

Temperatura Ambiente : 75°F

Temperatura Saturación : 111.350 °C / 232.430°F/ Aprox. 100 °C

Ingresando al **ANEXO - 0026. Maximizar la eficiencia energética del sistema con el aislamiento** Figura 1 con la temperatura de saturación en Fahrenheit y obtenemos:

Perdidas de Calor Tubería Desnuda H : 380 BTU/hr/pie²

$$\text{Area de la Tubería} = \pi * D_e * L = \pi * 0.0334 * 15 , m^2$$

$$\text{Area de la Tubería} = 1.574 m^2 = 16.942 \text{ Pies}^2$$

$$H = 380 \frac{BTU}{hr * pie^2} * \text{Area de la Tubería}$$

$$H = 380 \frac{BTU}{hr * pie^2} * 16.942 \text{ pies}^2$$

$$H = 6437.960 \frac{BTU}{hr} * \frac{0.292W}{1BTU/hr}$$

$$H = 1879.884 \text{ W}$$

d. Cálculo de la eficiencia del aislamiento en la tubería de vapor.

Determinaremos la Eficiencia con los valores Encontrados Anteriormente

$$\eta = \left(\frac{H - q_L}{H} \right) * 100$$

η : Eficiencia del Aislamiento (%)

H: Perdidas de Calor Tuberia Desnuda (W)

q_L : Perdidas de Calor Tuberia Aislada (W)

$$\eta = \left(\frac{1879.884 \text{ W} - 244.5 \text{ W}}{1879.884 \text{ W}} \right) * 100$$

$$\eta = 86.99\%$$

Eficiencia de aislamiento Aceptable Mínima 80% cumple!

Tabla IV-25 Resumen Aislamiento térmico óptimo tramos tubería.

| Nº | Zona | Tramo | Espesor Económico [mm] | Tablas 3-4-5 ANEXO 16 | Perdidas Unitarias qL [W/m] | Temperatura Exterior Tse[°C] | Perdida Calor Tubería sin Aislamiento H [BTU/hr/pie2] | Area Tubería [m2] | Perdidas Calor C/Aislamiento qL[W] | Perdidas Calor S/Aislamiento H [W] | Eficiencia Aislamiento n[%] | Tipo de Aislamiento |
|----|------|--------------|------------------------|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|---|-------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|---------------------|
| 1 | 1 | Tramo G-F | 40.000 | 5.000 | 37.900 | 40.000 | 920.000 | 4.198 | 1516.000 | 12138.175 | 87.510 | Coquilla Roclaine |
| 2 | 1.1 | Tramo G-a | 30.000 | 3.000 | 16.300 | 31.300 | 380.000 | 1.574 | 244.500 | 1880.098 | 86.995 | Coquilla Roclaine |
| 3 | 1.2 | Tramo G-b | 30.000 | 3.000 | 16.300 | 31.300 | 380.000 | 1.364 | 211.900 | 1629.418 | 86.995 | Coquilla Roclaine |
| 4 | 1.3 | Tramo G-c | 30.000 | 3.000 | 16.300 | 31.300 | 380.000 | 1.154 | 179.300 | 1378.738 | 86.995 | Coquilla Roclaine |
| 5 | 1.4 | Tramo G-d | 30.000 | 3.000 | 16.300 | 31.300 | 380.000 | 0.602 | 146.700 | 719.391 | 79.608 | Coquilla Roclaine |
| 6 | 2 | Tramo H-F | 40.000 | 5.000 | 37.900 | 40.000 | 920.000 | 2.936 | 1326.500 | 8490.363 | 84.376 | Coquilla Roclaine |
| 7 | 2.1 | Tramo H-a | 40.000 | 5.000 | 37.900 | 40.000 | 920.000 | 0.669 | 379.000 | 1935.203 | 80.415 | Coquilla Roclaine |
| 8 | 2.2 | Tramo F-E | 40.000 | 5.000 | 37.900 | 40.000 | 920.000 | 5.039 | 1440.200 | 14569.444 | 90.115 | Coquilla Roclaine |
| 9 | 3 | Tramo S-E | 40.000 | 5.000 | 37.900 | 40.000 | 920.000 | 3.775 | 1705.500 | 10916.181 | 84.376 | Coquilla Roclaine |
| 10 | 3.1 | Tramo S-a | 30.000 | 4.000 | 29.200 | 38.200 | 700.000 | 0.803 | 350.400 | 1766.925 | 80.169 | Coquilla Roclaine |
| 11 | 3.2 | Tramo S-b | 30.000 | 4.000 | 29.200 | 38.200 | 700.000 | 0.669 | 292.000 | 1472.437 | 80.169 | Coquilla Roclaine |
| 12 | 3.3 | Tramo E-C | 40.000 | 5.000 | 47.100 | 41.900 | 920.000 | 5.312 | 1648.500 | 15358.971 | 89.267 | Coquilla Roclaine |
| 13 | 4 | Tramo D-C | 40.000 | 5.000 | 37.900 | 40.000 | 920.000 | 0.669 | 379.000 | 1935.203 | 80.415 | Coquilla Roclaine |
| 14 | 4.1 | Tramo D-a | 30.000 | 3.000 | 16.300 | 31.300 | 650.000 | 1.004 | 244.500 | 2050.895 | 88.078 | Coquilla Roclaine |
| 15 | 4.2 | Tramo D-b | 30.000 | 3.000 | 16.300 | 31.300 | 650.000 | 0.669 | 163.000 | 1367.263 | 88.078 | Coquilla Roclaine |
| 16 | 4.3 | Tramo C-B | 40.000 | 5.000 | 47.100 | 41.900 | 920.000 | 1.669 | 518.100 | 4827.105 | 89.267 | Coquilla Roclaine |
| 17 | 5 | Tramo L-B | 40.000 | 5.000 | 37.900 | 40.000 | 920.000 | 5.463 | 1364.400 | 15797.798 | 91.363 | Coquilla Roclaine |
| 18 | 5.1 | Tramo L-a | 40.000 | 5.000 | 37.900 | 40.000 | 920.000 | 0.335 | 189.500 | 967.602 | 80.415 | Coquilla Roclaine |
| 19 | 5.2 | Tramo L-b | 40.000 | 5.000 | 37.900 | 40.000 | 920.000 | 0.335 | 189.500 | 967.602 | 80.415 | Coquilla Roclaine |
| 20 | 5.3 | Tramo L-c | 40.000 | 5.000 | 37.900 | 40.000 | 920.000 | 0.210 | 94.750 | 606.454 | 84.376 | Coquilla Roclaine |
| 21 | 5.4 | Tramo L-d | 40.000 | 5.000 | 37.900 | 40.000 | 920.000 | 0.335 | 189.500 | 967.602 | 80.415 | Coquilla Roclaine |
| 22 | 5.5 | Tramo L-e | 40.000 | 5.000 | 37.900 | 40.000 | 920.000 | 0.335 | 189.500 | 967.602 | 80.415 | Coquilla Roclaine |
| 23 | 5.6 | Tramo L-f | 40.000 | 5.000 | 37.900 | 40.000 | 920.000 | 0.335 | 189.500 | 967.602 | 80.415 | Coquilla Roclaine |
| 24 | 5.7 | Ramal #1 Lav | 40.000 | 5.000 | 37.900 | 40.000 | 920.000 | 2.099 | 758.000 | 6069.087 | 87.510 | Coquilla Roclaine |
| 25 | 5.8 | Ramal #2 Lav | 40.000 | 5.000 | 37.900 | 40.000 | 920.000 | 0.839 | 379.000 | 2425.818 | 84.376 | Coquilla Roclaine |
| 26 | 5.9 | Tramo B-A | 50.000 | 5.000 | 55.400 | 40.400 | 920.000 | 6.422 | 1551.200 | 18570.681 | 91.647 | Coquilla Roclaine |
| 27 | 6 | Tramo J-A | 40.000 | 5.000 | 37.900 | 40.000 | 920.000 | 1.364 | 492.700 | 3944.907 | 87.510 | Coquilla Roclaine |
| 28 | 6.1 | Tramo J-A | 30.000 | 1.000 | 23.700 | 33.000 | 300.000 | 1.516 | 189.600 | 1429.182 | 86.734 | Coquilla Roclaine |
| 29 | 7 | Manifold | 50.000 | 5.000 | 55.400 | 40.400 | 920.000 | 0.229 | 55.400 | 663.239 | 91.647 | Coquilla Roclaine |
| 30 | 7.1 | Tramo 100 | 40.000 | 5.000 | 54.200 | 43.200 | 1000.000 | 3.789 | 1084.000 | 11909.853 | 90.898 | Coquilla Roclaine |
| 31 | 7.2 | Tramo 50 | 40.000 | 5.000 | 37.900 | 40.000 | 1000.000 | 1.989 | 568.500 | 6251.192 | 90.906 | Coquilla Roclaine |

Fuente: Propia

4.11.2 Determinación del aislamiento térmico retorno condensado

En la selección siguiente indicaremos aquellos espesores mínimos aconsejables por la compañía ISOVER en sus productos ROCLAINÉ en función de las temperaturas de trabajo más usuales diámetro de la tubería y del rendimiento óptimo del material aislante

4.11.2.1 Determinación del aislamiento térmico tubería de condensado

Seguiremos el siguiente Procedimiento Para el cálculo del aislamiento

- Seleccionaremos el Espesor de Aislamiento Optimo del **ANEXO – 0025 Sistema de Aislamiento Térmico**
- para realizar este paso debemos de tener el siguiente dato:
 - Presión y temperatura de saturación de trabajo
 - Diámetro comercial del tramo que ya se ha calculado
- Obtenemos Perdidas Unitarias y Temperatura Exterior del **ANEXO – 0025 Sistema de Aislamiento Térmico** del Material aislante Seleccionado datos de Ingreso
 - Presión y temperatura de saturación de trabajo
 - Diámetro comercial del tramo que ya se ha calculado
- Obtenemos perdidas de calor de una tubería sin aislamiento **Anexo-0026 Maximizar la eficiencia energética del sistema con el aislamiento.**
 - Asumiremos una Temperatura Ambiente de 70 F
 - Ingresaremos con la Temperatura de Saturación de Trabajo y Obtenemos las pérdidas de Calor.
- Cálculo de la eficiencia del aislamiento en la tubería de vapor.

Esta deberá ser superior al 80% de lo contrario tendremos que seleccionar dos capas a más para obtener pérdidas de calor unitarias menores.

Tabla IV-26 Espesor térmico óptimo para tuberías de retorno de condensado

| N° | Zona | EQUIPOS | Tramo | Espesor Económico [mm] | Tablas N° 3-4-5 ANEXO 16 | Pérdidas Unitarias qL [W/m] | Temperatura Exterior Tse[°C] | Pérdida Calor Tubería sin Aislamiento H [BTU/hr/pie ²] | Área Tubería [m ²] | Pérdidas Calor C/Aislamiento qL[W] | Pérdidas Calor S/Aislamiento H [W] | Eficiencia Aislamiento n[%] | Tipo de Aislamiento |
|----|------|--|------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------------|------------------------------|--|--------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|---------------------|
| 1 | 1 | COCINA HOSPITALARIA CENTRALIZADA | Tramo G-F | 30.000 | 4.000 | 29.900 | 38.200 | 600.000 | 2.677 | 1196.000 | 5048.356 | 76.309 | Coquilla Roclaine |
| 8 | 2.2 | Tramo de Tubería para Servicios 1 y 2 | Tramo F-E | 30.000 | 4.000 | 29.900 | 38.200 | 600.000 | 2.543 | 1136.200 | 4795.938 | 76.309 | Coquilla Roclaine |
| 12 | 3.3 | Tramo de Tubería para Servicios 3, 2 y 1 | Tramo E-C | 30.000 | 4.000 | 29.900 | 38.200 | 600.000 | 2.342 | 1046.500 | 4417.311 | 76.309 | Coquilla Roclaine |
| 16 | 4.3 | Tramo de Tubería para Servicios 4.3, 2 y 1 | Tramo C-B | 30.000 | 4.000 | 29.900 | 38.200 | 600.000 | 0.736 | 328.900 | 1388.298 | 76.309 | Coquilla Roclaine |
| 17 | 5 | LAVANDERÍA HOSPITALARIA CENTRALIZADA. | Tramo L-B | 30.000 | 4.000 | 29.900 | 38.200 | 600.000 | 3.778 | 1076.400 | 7124.581 | 84.892 | Coquilla Roclaine |
| 26 | 5.9 | Tramo de Tubería para Servicios 5,4,3, 2 y 1 | Tramo B-A | 30.000 | 4.000 | 29.900 | 38.200 | 600.000 | 2.938 | 837.200 | 5541.341 | 84.892 | Coquilla Roclaine |
| 27 | 6 | SISTEMA DE AGUA CALIENTE SANITARIA | Tramo J-A | 30.000 | 4.000 | 29.900 | 38.200 | 600.000 | 1.364 | 388.700 | 2572.765 | 84.892 | Coquilla Roclaine |
| 28 | 6.1 | Calentador de Agua Instantáneo | Tramo j-A | 30.000 | 4.000 | 29.900 | 38.200 | 600.000 | 0.840 | 239.200 | 1583.240 | 84.892 | Coquilla Roclaine |

Fuente: Propia

CAPÍTULO V . PROGRAMACIÓN OBRA PLAZO DE EJECUCIÓN

5.1 Cronograma de ejecución

Antes del inicio de obra, el contratista entregará a la supervisión, un diagrama de barras (GANTT) de todas las actividades que desarrollará y el personal que intervendrá con indicación del tiempo de su participación. Los diagramas serán los más detallados posibles, tendrán estrecha relación con las partidas del presupuesto y el cronograma valorizado aprobado al Contratista.

5.2 Plazos contractuales

El Cronograma de Ejecución debe definir con carácter contractual las siguientes fechas:

- Inicio de Montaje
- Fin del Montaje
- Inicio de Pruebas
- Fin de Pruebas
- Inicio de Operación Experimental
- Recepción de Obra.

Estas fechas definen los períodos de duración de las siguientes actividades:

- Montaje
- Pruebas a la terminación
- Pruebas de Puesta en servicio
- Operación Experimental
- Período de Garantía.

| Id | Modo de tarea | Nombre de tarea | Duración | Comienzo | Fin | Predecesoras | 2004 | 2009 | 2014 | 2019 |
|----|---------------|---|----------|--------------|--------------|--------------|------|------|------|-------|
| 1 | | INSTALACIONES TÉRMICAS COMBUSTIBLE DUAL HOSPITAL CENTRAL DEL DISTRITO DE MAJES | 155 días | jue 01/08/13 | mié 05/03/14 | | | | | |
| 2 | | Inicio de Proyecto | 0 días | jue 01/08/13 | jue 01/08/13 | | | | | 01/08 |
| 3 | | Montaje de Equipos, Nivelado y fijación | 40 días | jue 01/08/13 | mié 25/09/13 | 2 | | | | |
| 4 | | Sala de Calderas | 14 días | jue 01/08/13 | mar 20/08/13 | | | | | |
| 5 | | Generador de Vapor #1 100 BHP | 2 días | jue 01/08/13 | vie 02/08/13 | | | | | |
| 6 | | Generador de Vapor #2 100 BHP | 2 días | lun 05/08/13 | mar 06/08/13 | 5 | | | | |
| 7 | | Generador de Vapor # 50 BHP | 2 días | mié 07/08/13 | jue 08/08/13 | 6 | | | | |
| 8 | | Ablandador de Agua (02 Tanque ablandadores y 01 Salmuera) | 2 días | vie 09/08/13 | lun 12/08/13 | 7 | | | | |
| 9 | | Flow Rite Agua Caliente Sanitaria | 2 días | mar 13/08/13 | mié 14/08/13 | 8 | | | | |
| 10 | | Tanque Desgasificador | 2 días | jue 15/08/13 | vie 16/08/13 | 9 | | | | |
| 11 | | Mamifold Principal | 2 días | lun 19/08/13 | mar 20/08/13 | 10 | | | | |
| 12 | | I. Servicio de Lavandería Hospitalaria Centralizada | 10 días | mié 21/08/13 | mar 03/09/13 | | | | | |
| 13 | | Lavadora con barrera Sanitaria #1 | 2 días | mié 21/08/13 | jue 22/08/13 | 11 | | | | |
| 14 | | Lavadora con barrera Sanitaria #2 | 2 días | vie 23/08/13 | lun 26/08/13 | 13 | | | | |
| 15 | | Calandria Prendas Planas | 2 días | mar 27/08/13 | mié 28/08/13 | 14 | | | | |
| 16 | | Prensa para Prendas Forma | 2 días | jue 29/08/13 | vie 30/08/13 | 15 | | | | |

Proyecto: Programacion Instala
Fecha: dom 22/05/16

| Id | Modo de tarea | Nombre de tarea | Duración | Comienzo | Fin | Predecesoras | 2004 | | 2009 | | 2014 | | 2019 | |
|----|---------------|---|----------|--------------|--------------|--------------|------|--|------|--|------|--|------|--|
| | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | Plancha para Prendas de Forma | 2 días | lun 02/09/13 | mar 03/09/13 | 16 | | | | | | | | |
| 18 | | II. Servicio De Desechos Hospitalarios | 4 días | mié 04/09/13 | lun 09/09/13 | | | | | | | | | |
| 19 | | Esterilizador de Desechos Hospitalarios 150 Litros #1 | 2 días | mié 04/09/13 | jue 05/09/13 | 17 | | | | | | | | |
| 20 | | Esterilizador de Desechos Hospitalarios 150 Litros #1 | 2 días | vie 06/09/13 | lun 09/09/13 | 19 | | | | | | | | |
| 21 | | III. Servicio Humidificación y Control de Humedad Hospitalario | 4 días | vie 06/09/13 | mié 11/09/13 | | | | | | | | | |
| 22 | | Humidificador de vapor vivo #1 | 2 días | vie 06/09/13 | lun 09/09/13 | 19 | | | | | | | | |
| 23 | | Humidificador de vapor vivo #2 | 2 días | mar 10/09/13 | mié 11/09/13 | 22 | | | | | | | | |
| 24 | | IV. El Servicio Central De Esterilización | 2 días | jue 12/09/13 | vie 13/09/13 | | | | | | | | | |
| 25 | | Esterilizador a vapor 314 Litros | 2 días | jue 12/09/13 | vie 13/09/13 | 23 | | | | | | | | |
| 26 | | V. Servicio De Cocina Hospitalaria Centralizada | 8 días | lun 16/09/13 | mié 25/09/13 | | | | | | | | | |
| 27 | | Marmita Volcable de 100 Litros #1 | 2 días | lun 16/09/13 | mar 17/09/13 | 25 | | | | | | | | |
| 28 | | Marmita Volcable de 100 Litros #2 | 2 días | mié 18/09/13 | jue 19/09/13 | 27 | | | | | | | | |
| 29 | | Marmita Volcable de 50 Litros #1 | 2 días | vie 20/09/13 | lun 23/09/13 | 28 | | | | | | | | |
| 30 | | Plancha Freidora a Vapor | 2 días | mar 24/09/13 | mié 25/09/13 | 29 | | | | | | | | |

Proyecto: Programacion Instala
Fecha dom 22/05/16

Tarea
División
Hitos
Resumen
Resumen del proyecto
Tarea inactiva
Hitos inactivo

Resumen inactivo
Tarea manual
solo duración
Informe de resumen manual
Resumen manual
solo el comienzo
solo fin

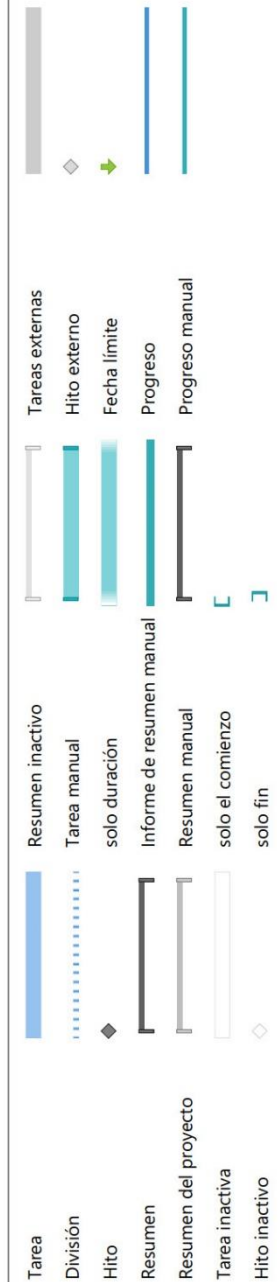
Tareas externas
Hitos externo
Fecha límite
Progreso
Progreso manual

| Id | Modo de tarea | Nombre de tarea | Duración | Comienzo | Fin | Predecesoras | Año | | |
|----|---------------|--|----------|--------------|--------------|--------------|------|------|------|
| | | | | | | | 2004 | 2009 | 2019 |
| 31 | | Montaje y Fijación de Tuberías dentro de los Servicios Sala de Calderas | 37 días | jue 26/09/13 | vie 15/11/13 | | | | |
| 32 | | Montaje de Tuberías para Generador de Vapor #1 100 BHP | 11 días | jue 26/09/13 | jue 10/10/13 | | | | |
| 33 | | Montaje de Tuberías para Generador de Vapor #2 100 BHP | 1 día | jue 26/09/13 | jue 26/09/13 | 30 | | | |
| 34 | | Montaje de Tuberías para Generador de Vapor # 50 BHP | 1 día | vie 27/09/13 | vie 27/09/13 | 33 | | | |
| 35 | | Montaje de Tuberías para Ablandador de Agua (02 Tanque ablandadores y 01 Salmuera) | 1 día | mar 01/10/13 | mar 01/10/13 | 35 | | | |
| 36 | | Montaje de Tuberías para Agua Caliente Sanitaria | 1 día | mié 02/10/13 | mié 02/10/13 | 36 | | | |
| 37 | | Montaje de Tuberías para Tanque Desgasificador | 1 día | jue 03/10/13 | jue 03/10/13 | 37 | | | |
| 38 | | Montaje de Tuberías para Manifold Principal | 1 día | vie 04/10/13 | vie 04/10/13 | 38 | | | |
| 39 | | Montaje de Tuberías Interconexión Generador de Vapor #1 y Manifold Principal | 1 día | lun 07/10/13 | lun 07/10/13 | 39 | | | |

Proyecto: Programación Instala
Fecha: dom 22/05/16

| | | | | | |
|----------------------|--|---------------------------|--|-----------------|--|
| Tarea | | Resumen inactivo | | Tareas externas | |
| División | | Tarea manual | | Hito externo | |
| Hito | | solo duración | | Fecha limite | |
| Resumen | | Informe de resumen manual | | Progreso | |
| Resumen del proyecto | | Resumen manual | | Progreso manual | |
| Tarea inactiva | | solo el comienzo | | | |
| Hito inactivo | | solo fin | | | |

| Id | Modo de tarea | Nombre de tarea | Duración | Comienzo | Fin | Predecesoras | Año | | |
|----|---------------|--|----------|--------------|--------------|--------------|------|------|------|
| | | | | | | | 2004 | 2009 | 2014 |
| 41 | | Montaje de Tuberías Interconexionador de Vapor #2 y Manifold Principal | 1 día | mar 08/10/13 | mar 08/10/13 | 40 | | | |
| 42 | | Montaje de Tuberías Interconexionador de Vapor #3 y Manifold Principal | 1 día | mié 09/10/13 | mié 09/10/13 | 41 | | | |
| 43 | | Montaje de Tuberías Interconexion Manifold Principal y Equipo de agua caliente Sanitaria | 1 día | jue 10/10/13 | jue 10/10/13 | 42 | | | |
| 44 | | I. Servicio de Lavandería Hospitalaria Centralizada | 12 días | vie 11/10/13 | lun 28/10/13 | | | | |
| 45 | | Montaje de Tuberías Lavadora con barrera Sanitaria #1 | 2 días | vie 11/10/13 | lun 14/10/13 | 43 | | | |
| 46 | | Montaje de Tuberías Lavadora con barrera Sanitaria #2 | 2 días | mar 15/10/13 | mié 16/10/13 | 45 | | | |
| 47 | | Montaje de Tuberías Calandria Prendas Planas | 2 días | jue 17/10/13 | vie 18/10/13 | 46 | | | |
| 48 | | Montaje de Tuberías Prensa para Prendas Forma | 2 días | lun 21/10/13 | mar 22/10/13 | 47 | | | |
| 49 | | Montaje de Tuberías Plancha para Prendas de Forma | 2 días | mié 23/10/13 | jue 24/10/13 | 48 | | | |
| 50 | | Montaje de Tuberías a los Ramales Principales | 2 días | vie 25/10/13 | lun 28/10/13 | 49 | | | |



Proyecto: Programacion Instala
Fecha: dom 22/05/16

| Id | Modo de tarea | Nombre de tarea | Duración | Comienzo | Fin | Predecesoras | Año | | |
|----|---------------|---|----------|--------------|--------------|--------------|------|------|------|
| | | | | | | | 2004 | 2009 | 2014 |
| 51 | | II. Servicio De Desechos Hospitalarios | 4 días | mar 29/10/13 | vie 01/11/13 | | | | |
| 52 | | Montaje de Tuberías Esterilizador de Desechos Hospitalarios 150 Litros #1 | 2 días | mar 29/10/13 | mié 30/10/13 | 50 | | | |
| 53 | | Montaje de Tuberías Esterilizador de Desechos Hospitalarios 150 Litros #2 | 2 días | jue 31/10/13 | vie 01/11/13 | 52 | | | |
| 54 | | III. Servicio Humidificación y Control de Humedad Hospitalario | 4 días | lun 04/11/13 | jue 07/11/13 | | | | |
| 55 | | Montaje de Tuberías Humidificador de vapor vivo #1 | 2 días | lun 04/11/13 | mar 05/11/13 | 53 | | | |
| 56 | | Montaje de Tuberías Humidificador de vapor vivo #2 | 2 días | mié 06/11/13 | jue 07/11/13 | 55 | | | |
| 57 | | IV. El Servicio Central De Esterilización | 2 días | vie 08/11/13 | lun 11/11/13 | | | | |
| 58 | | Montaje de Tuberías Esterilizador a vapor 314 Litros | 2 días | vie 08/11/13 | lun 11/11/13 | 56 | | | |
| 59 | | V. Servicio De Cocina Hospitalaria Centralizada | 4 días | mar 12/11/13 | vie 15/11/13 | | | | |
| 60 | | Montaje de Tuberías Marmita Volcable de 100 Litros #1 | 1 día | mar 12/11/13 | mar 12/11/13 | 58 | | | |
| 61 | | Montaje de Tuberías Marmita Volcable de 100 Litros #2 | 1 día | mié 13/11/13 | mié 13/11/13 | 60 | | | |

Proyecto: Programación Instala
Fecha dom 22/05/16

Tarea
 División
 Hito
 Resumen
 Tarea inactiva
 Hito inactivo
 Tareas externas
 Hito externo
 Fecha límite
 Progreso
 Progreso manual

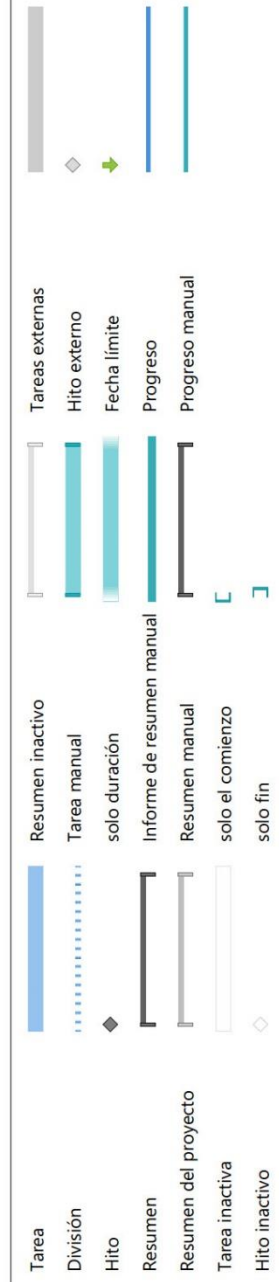
| Id | Modo de tarea | Nombre de tarea | Duración | Comienzo | Fin | Predecesoras | Año | | |
|----|---------------|---|----------|--------------|--------------|--------------|------|------|------|
| | | | | | | | 2004 | 2009 | 2014 |
| 62 | | Montaje de Tuberías Marmita Volcable de 50 Litros #1 | 1 día | jue 14/11/13 | jue 14/11/13 | 61 | | | |
| 63 | | Montaje de Tuberías Plancha Freidora a Vapor | 1 día | vie 15/11/13 | vie 15/11/13 | 62 | | | |
| 64 | | Instalacion de Trampas de Vapor y desaeadores | 6 días | lun 18/11/13 | lun 25/11/13 | 63 | | | |
| 65 | | Instalacion de Estaciones de Reduccion de Presion en cada Servicio | 3 días | mar 26/11/13 | jue 28/11/13 | 64 | | | |
| 66 | | Montaje e Instalacion de Soportes de Tuberia | 6 días | vie 29/11/13 | vie 06/12/13 | | | | |
| 67 | | Montaje e Instalacion de Soportes de Tuberia dentro de Canal | 6 días | vie 29/11/13 | vie 06/12/13 | 65 | | | |
| 68 | | Montaje y Fijacion de Tuberias entre Servicios | 8 días | lun 09/12/13 | mié 18/12/13 | | | | |
| 69 | | Montaje de tuberías entre la sala de calderas y Servicio de Lavandería Hospitalaria Centralizada | 1 día | lun 09/12/13 | lun 09/12/13 | 67 | | | |
| 70 | | Montaje de tuberías entre la sala de calderas y Servicio De Desechos Hospitalarios | 1 día | mar 10/12/13 | mar 10/12/13 | 69 | | | |
| 71 | | Montaje de tuberías entre la sala de calderas y Servicio Humidificación y Control de Humedad Hospitalario | 1 día | mié 11/12/13 | mié 11/12/13 | 70 | | | |

Proyecto: Programacion Instala
Fecha dom 22/05/16

| Id | Modo de tarea | Nombre de tarea | Duración | Comienzo | Fin | Predecesoras | Año | | |
|----|---------------|--|----------|--------------|--------------|--------------|------|------|------|
| | | | | | | | 2004 | 2009 | 2019 |
| 72 | | Montaje de tuberías entre la sala de calderas y El Servicio Central De Esterilización | 1 día | jue 12/12/13 | jue 12/12/13 | 71 | | | |
| 73 | | Montaje de tuberías entre la sala de calderas y Servicio De Cocina Hospitalaria Centralizada | 1 día | vie 13/12/13 | vie 13/12/13 | 72 | | | |
| 74 | | Montaje de tuberías entre la sala de calderas y Servicio de Lavandería Hospitalaria Centralizada | 1 día | lun 16/12/13 | lun 16/12/13 | 73 | | | |
| 75 | | Montaje de Piernas Colectoras tramos Principales | 1 día | mar 17/12/13 | mar 17/12/13 | 74 | | | |
| 76 | | Colocacion de juntas de expansion tuberías Principales | 1 día | mié 18/12/13 | mié 18/12/13 | 75 | | | |
| 77 | | Instalacion de Aislamiento Termico Sala de Calderas | 21 días | mié 18/12/13 | mié 15/01/14 | | | | |
| 78 | | Instalacion de Aislamiento Termico para Generador de Vapor #1 100 BHP | 6 días | mié 18/12/13 | mié 25/12/13 | | | | |
| 79 | | Instalacion de Aislamiento Termico para Generador de Vapor #2 100 BHP | 1 día | mié 18/12/13 | mié 18/12/13 | 75 | | | |
| 80 | | Instalacion de Aislamiento Termico para Generador de Vapor # 50 BHP | 1 día | jue 19/12/13 | jue 19/12/13 | 79 | | | |
| 81 | | Instalacion de Aislamiento Termico para Generador de Vapor # 50 BHP | 1 día | vie 20/12/13 | vie 20/12/13 | 80 | | | |
| 82 | | Instalacion de Aislamiento Termico para Flow Rite Agua Caliente Sanitaria | 1 día | lun 23/12/13 | lun 23/12/13 | 81 | | | |

Proyecto: Programacion Instala
Fecha dom 22/05/16

| Id | Modo de tarea | Nombre de tarea | Duración | Comienzo | Fin | Predecesoras | 2004 | | | 2009 | | | 2014 | | | 2019 | | | |
|----|---------------|--|----------|--------------|--------------|--------------|------|--|--|------|--|--|------|--|--|------|--|--|--|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 83 | | Instalacion de Aislamiento Termico Tanque Desgasificador | 1 día | mar 24/12/13 | mar 24/12/13 | 82 | | | | | | | | | | | | | |
| 84 | | Instalacion de Aislamiento Termico Manifold Principal | 1 día | mié 25/12/13 | mié 25/12/13 | 83 | | | | | | | | | | | | | |
| 85 | | I. Servicio de Lavandería Hospitalaria Centralizada | 5 días | jue 26/12/13 | mié 01/01/14 | | | | | | | | | | | | | | |
| 86 | | Instalacion de Aislamiento Termico Lavadora con barrera Sanitaria #1 | 1 día | jue 26/12/13 | jue 26/12/13 | 84 | | | | | | | | | | | | | |
| 87 | | Instalacion de Aislamiento Termico Lavadora con barrera Sanitaria #2 | 1 día | vie 27/12/13 | vie 27/12/13 | 86 | | | | | | | | | | | | | |
| 88 | | Instalacion de Aislamiento Termico Calandria Prendas Planas | 1 día | lun 30/12/13 | lun 30/12/13 | 87 | | | | | | | | | | | | | |
| 89 | | Instalacion de Aislamiento Termico Prensa para Prendas Forma | 1 día | mar 31/12/13 | mar 31/12/13 | 88 | | | | | | | | | | | | | |
| 90 | | Instalacion de Aislamiento Termico Plancha para Prendas de Forma | 1 día | mié 01/01/14 | mié 01/01/14 | 89 | | | | | | | | | | | | | |
| 91 | | II. Servicio De Desechos Hospitalarios | 2 días | jue 02/01/14 | vie 03/01/14 | | | | | | | | | | | | | | |
| 92 | | Instalacion de Aislamiento Termico Esterilizador de Desechos Hospitalarios 150 Litros #1 | 1 día | jue 02/01/14 | jue 02/01/14 | 90 | | | | | | | | | | | | | |



Tarea Resumen inactivo Tareas externas

División Tarea manual Hito externo

Hito solo duración Fecha límite

Resumen Informe de resumen manual Progreso

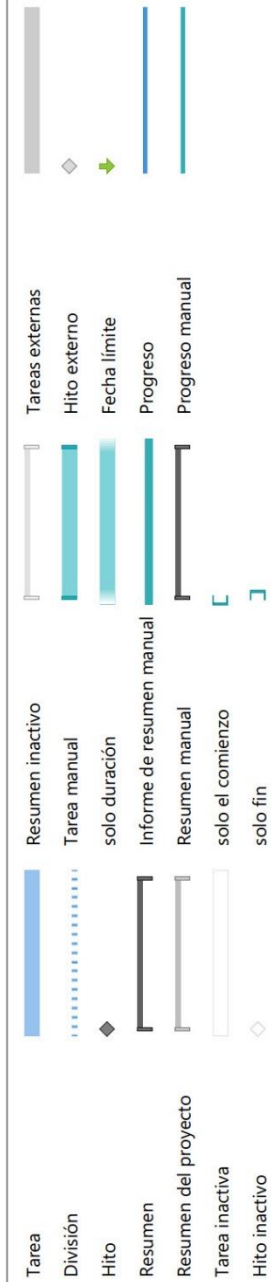
Resumen del proyecto Resumen manual Progreso manual

Tarea inactiva solo el comienzo

Hito inactivo solo fin

Proyecto: Programacion Instala
 Fecha dom 22/05/16

| Id | Modo de tarea | Nombre de tarea | Duración | Comienzo | Fin | Predecesoras | Año | | |
|-----|---------------|--|----------|--------------|--------------|--------------|------|------|------|
| | | | | | | | 2004 | 2009 | 2014 |
| 93 | | Instalacion de Aislamiento Termico Esterilizador de Desechos Hospitalarios 150 Litros #1 | 1 día | vie 03/01/14 | vie 03/01/14 | 92 | | | |
| 94 | | III. Servicio Humidificación y Control de Humedad Hospitalario | 2 días | lun 06/01/14 | mar 07/01/14 | | | | |
| 95 | | Instalacion de Aislamiento Termico Humidificador de vapor vivo #1 | 1 día | lun 06/01/14 | lun 06/01/14 | 93 | | | |
| 96 | | Instalacion de Aislamiento Termico Humidificador de vapor vivo #2 | 1 día | mar 07/01/14 | mar 07/01/14 | 95 | | | |
| 97 | | IV. El Servicio Central De Esterilización | 2 días | mié 08/01/14 | jue 09/01/14 | | | | |
| 98 | | Instalacion de Aislamiento Termico Esterilizador a vapor 314 Litros | 2 días | mié 08/01/14 | jue 09/01/14 | 96 | | | |
| 99 | | V.Servicio De Cocina Hospitalaria Centralizada | 4 días | vie 10/01/14 | mié 15/01/14 | | | | |
| 100 | | Instalacion de Aislamiento Termico Marmita Volcable de 100 Litros #1 | 1 día | vie 10/01/14 | vie 10/01/14 | 98 | | | |
| 101 | | Instalacion de Aislamiento Termico Marmita Volcable de 100 Litros #2 | 1 día | lun 13/01/14 | lun 13/01/14 | 100 | | | |
| 102 | | Instalacion de Aislamiento Termico Marmita Volcable de 50 Litros #1 | 1 día | mar 14/01/14 | mar 14/01/14 | 101 | | | |



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

Proyecto: Programacion Instala
 Fecha dom 22/05/16

| Id | Modo de tarea | Nombre de tarea | Duración | Comienzo | Fin | Predecesoras | Año | | |
|-----|---------------|---|----------|--------------|--------------|--------------|------|------|------|
| | | | | | | | 2004 | 2009 | 2014 |
| 103 | | Instalacion de Aislamiento Termico Plancha Freidora a Vapor | 1 día | mié 15/01/14 | mié 15/01/14 | 102 | | | |
| 104 | | Instalacion de Aislamiento Termico de la Red de llegada a los Servicios | 5 días | jue 16/01/14 | mié 22/01/14 | 103 | | | |
| 105 | | Sistema de Combustible | 155 días | jue 01/08/13 | mié 05/03/14 | | | | |
| 106 | | Sistema de Combustible Diesel 02 | 35 días | jue 16/01/14 | mié 05/03/14 | | | | |
| 107 | | Montaje e Instalacion de Tanque Almacenamiento | 20 días | jue 16/01/14 | mié 12/02/14 | 103 | | | |
| 108 | | Montaje e Instalacion de Tanque Diario | 4 días | jue 13/02/14 | mar 18/02/14 | 107 | | | |
| 109 | | Instalacion de Tuberias entre Tanque de Almacenamiento y el tanque diario | 2 días | mié 19/02/14 | jue 20/02/14 | 108 | | | |
| 110 | | Instalacion de Tuberias de tanque Diario hacia los Generadores de Vapor | 6 días | vie 21/02/14 | vie 28/02/14 | 109 | | | |
| 111 | | Instalacion de Valvulas y Equipos de Medicion | 3 días | lun 03/03/14 | mié 05/03/14 | 110 | | | |
| 112 | | Sistema de Combustible Gas Natural | 30 días | jue 01/08/13 | mié 11/09/13 | | | | |
| 113 | | Montaje e Instalacion de Tanque Diario | 6 días | jue 01/08/13 | jue 08/08/13 | | | | |
| 114 | | Toma de Gas de la Red de Distribucion | 5 días | vie 09/08/13 | jue 15/08/13 | 113 | | | |
| 115 | | Montaje de tuberias de Gas Natural hacia los Generadores de Vapor | 15 días | vie 16/08/13 | jue 05/09/13 | 114 | | | |

Proyecto: Programacion Instala
Fecha: dom 22/05/16

| Id | Modo de tarea | Nombre de tarea | Duración | Comienzo | Fin | Predecesoras | Año | | | |
|-----|---------------|--|----------|--------------|--------------|--------------|------|------|------|------|
| | | | | | | | 2004 | 2009 | 2014 | 2019 |
| 116 | | Instalacion de Valvulas y Equipos de Medicion | 4 días | vie 06/09/13 | mié 11/09/13 | 115 | | | | |
| 117 | | Sistema de Agua Blanda y Dura | 6 días | jue 12/09/13 | jue 19/09/13 | | | | | |
| 118 | | Montaje de Tuberias desde Sistema de Agua Dura hasta Ablandadores de Agua | 3 días | jue 12/09/13 | lun 16/09/13 | 116 | | | | |
| 119 | | Montaje de Tuberias desde los Ablandadores hasta el Tanque Desgasificador | 1 día | mar 17/09/13 | mar 17/09/13 | 118 | | | | |
| 120 | | Montaje de Tuberias desde tanque Desgasificador hasta Generadores de Vapor | 1 día | mié 18/09/13 | mié 18/09/13 | 119 | | | | |
| 121 | | Montaje de Tuberias desde Ablandador de agua hacia Lavandería | 1 día | jue 19/09/13 | jue 19/09/13 | 120 | | | | |
| 122 | | Instalacion Electrica e Instrumentacion | 55 días | vie 20/09/13 | jue 05/12/13 | | | | | |
| 123 | | Instalacion Electrica e Instrumentacion de Generadores de Vapor | 30 días | vie 20/09/13 | jue 31/10/13 | 121 | | | | |
| 124 | | Instalacion Electrica e Instrumentacion sistema de Combustible | 10 días | vie 01/11/13 | jue 14/11/13 | 123 | | | | |
| 125 | | Instalacion Electrica e Instrumentacion de todos los equipos e interconexion | 15 días | vie 15/11/13 | jue 05/12/13 | 124 | | | | |
| 126 | | Pruebas y Puesta en Marcha | 34 días | vie 06/12/13 | mié 22/01/14 | | | | | |
| 127 | | Pruebas de maquinas en vacio | 2 días | vie 06/12/13 | lun 09/12/13 | 125 | | | | |

Proyecto: Programacion Instala
Fecha dom 22/05/16

| Id | Modo de tarea | Nombre de tarea | Duración | Comienzo | Fin | Predecesoras | 2004 | | |
|-----|---------------|---|----------|--------------|--------------|--------------|------|------|-------|
| | | | | | | | 2009 | 2014 | 2019 |
| 128 | | Pruebas de redes Vapor y equipos auxiliares | 4 días | mar 10/12/13 | vie 13/12/13 | 127 | | | |
| 129 | | Pruebas de redes eléctricas | 6 días | lun 16/12/13 | lun 23/12/13 | 128 | | | |
| 130 | | Pruebas instrumentos y sist control | 3 días | mar 24/12/13 | jue 26/12/13 | 129 | | | |
| 131 | | Puesta en marcha | 7 días | vie 27/12/13 | lun 06/01/14 | 130 | | | |
| 132 | | Puesta en operación | 2 días | mar 07/01/14 | mié 08/01/14 | 131 | | | |
| 133 | | Garantías y recepción | 10 días | jue 09/01/14 | mié 22/01/14 | 132 | | | |
| 134 | | Fin de Proyecto | 0 días | mié 22/01/14 | mié 22/01/14 | 133 | | | 22/01 |

Proyecto: Programación Instala
Fecha dom 22/05/16

CAPÍTULO VI. PRESUPUESTO OBRA

6.1 PRESUPUESTO OBRA INSTALACIONES TÉRMICAS

El presupuesto de obra de las instalaciones térmicas lo definen como la tasación o estimación económica, previsión del total de los costes involucrados en la obra de construcción del hospital de majes.

Finalidad de este presupuesto de las instalaciones térmicas son las mediciones y el presupuesto de obra tienen como finalidad dar una idea aproximada y lo más real posible del importe de la ejecución del proyecto.

6.2 PRESUPUESTO PARA TIPO DE CONTRATO DE OBRA POR PRECIO

ALZADO.

Se realiza un estimado global del costo total de la obra, incluidos indirectos de obra y sus honorarios por servicios profesionales, de igual manera el propietario hace entrega de un anticipo el cual se amortizará en estimaciones pactadas, ya sean semanales o mensuales.

Como el precio está pactado esto permite al propietario liberarse un poco de la necesidad de supervisión de los gastos.

Tabla VI-1 Resumen de Presupuesto de Obra

| RESUMEN DE PRESUPUESTO DE INSTALACIONES ELECTROMECHANICAS | | | | | |
|---|---|-----|------|--------------------|-------------------------|
| ITEM | DESCRIPCION | UND | CANT | COSTO UNITARIO S/. | COSTO TOTAL S/. |
| 1 | INSTALACIONES TERMICAS | | | | S/. 2,121,210.00 |
| 1.1 | Sala de Maquinas | | | | S/. 968,320.00 |
| 1.2 | Servicio De Lavandería Hospitalaria Centralizada. | | | | S/. 410,650.00 |
| 1.3 | Servicio De Cocina Hospitalaria Centralizada | | | | S/. 171,000.00 |
| 1.4 | Servicio Del Sistema De Agua Caliente Sanitaria Acs | | | | S/. 54,600.00 |
| 1.5 | Servicio Central De Esterilización | | | | S/. 123,500.00 |
| 1.6 | Servicio De Desechos Hospitalarios | | | | S/. 173,000.00 |
| 1.7 | Servicio Humidificación Y Control De Humedad Hospitalario | | | | S/. 15,000.00 |
| 1.8 | Red de distribución de Vapor | | | | S/. 76,015.00 |
| 1.9 | Red de Retorno de Condensado | | | | S/. 119,775.00 |
| 2 | Varios | | | | S/. 9,350.00 |

Fuente: Propia

| PRESUPUESTO POR PARTIDA DE INSTALACIONES TERMICAS | | | | | |
|---|--|-----|------|--------------------|-----------------------|
| ITEM | DESCRIPCION | UND | CANT | COSTO UNITARIO S/. | COSTO TOTAL S/. |
| 1 | Sala de Maquinas | | | | S/. 968,320.00 |
| 1.1 | Calderas Piro tubulares 03 Unidades | | | | |
| 1.1.1 | Suministro y Montaje de caldera Piro tubular de 100 BHP para Turno Mañana. | und | 01 | S/. 300,000.00 | S/. 300,000.00 |
| 1.1.2 | Suministro y Montaje de caldera Piro tubular de 50 BHP para Turno Tarde | und | 01 | S/. 150,000.00 | S/. 150,000.00 |
| 1.1.3 | Suministro y Montaje de caldera Piro tubular de 100 BHP Stand By para Emergencias y reemplazo por Mantenimiento de las demas. | und | 01 | S/. 300,000.00 | S/. 300,000.00 |
| 1.1.4 | Suministro e Instalacion de colector de vapor de union de calderos a salida Unica | und | 01 | S/. 17,320.00 | S/. 17,320.00 |
| 1.2 | Sistema de Alimentacion de Agua | | | | |
| 1.2.1 | Suministro e Instalacion de 02 Bombas de Alimentacion de Agua | und | 02 | S/. 3,500.00 | S/. 7,000.00 |
| 1.2.2 | Provision e instalacion de tanque de alimentacion de agua a calderos de 350 Gln | und | 01 | S/. 7,000.00 | S/. 7,000.00 |
| 1.2.3 | Suministro e Instalacion de conjunto de tuberias y accesorios de alimentacion de agua del tanque condensador a los calderos instalados | und | 01 | S/. 4,000.00 | S/. 4,000.00 |
| 1.3 | Sistema de ablandamiento de agua | | | | |
| 1.3.1 | Suministro y Montaje Ablandador de agua | und | 02 | S/. 22,000.00 | S/. 44,000.00 |
| 1.3.2 | Suministro y Montaje Tanque de Salmuera | und | 01 | S/. 7,000.00 | S/. 7,000.00 |
| 1.3.3 | Suministro y Montaje Equipo de filtracion de agua | und | 01 | S/. 12,000.00 | S/. 12,000.00 |
| 1.4 | Sistema de Combustible D-2 | | | | |
| 1.4.1 | Provision e Instalacion de tanque de almacenamiento para petroleo Diesel de 10 000 Gln | und | 01 | S/. 85,000.00 | S/. 85,000.00 |
| 1.4.2 | Provision e Instalacion de tanque de diario para petroleo Diesel 2000 Gln | und | 01 | S/. 22,000.00 | S/. 22,000.00 |
| 1.4.3 | Suministro e Instalacion de dos Bombas Electricas para Alimentacion del Tanque de Almacenamiento al Tanque diario | und | 02 | S/. 2,500.00 | S/. 5,000.00 |
| 1.4.4 | Suministro e Instalacion del conjunto de conexiones de entrada, Medicion, Ventilacion, caja de toma, Purga, etc. De los tanques | und | 01 | S/. 3,000.00 | S/. 3,000.00 |
| 1.4.5 | Sumnistro e Instalacion del conjunto de tuberias de alimentacion y retorno (o Rebose) desde el tanque de almacenamiento a los respectivos tanque diarios | und | 01 | S/. 2,500.00 | S/. 2,500.00 |
| 1.4.6 | Suministro e Instalacion del conjunto de tuberias de alimentacion y Retorno del tanque diario de petroleo a los calderos Instalados | und | 01 | S/. 2,500.00 | S/. 2,500.00 |
| 1.4 | Sistema de Combustible Gas Natural | | | | |
| 1.4.1 | Provision e Instalacion de tanque de almacenamiento para gas Natural 6751.200m3 | und | 01 | S/. 50,000.00 | S/. 50,000.00 |
| 1.4.4 | Suministro e Instalacion del conjunto de conexiones de entrada, Medicion, Ventilacion, caja de toma, Purga y toma del de la red | und | 01 | S/. 7,800.00 | S/. 7,800.00 |

| PRESUPUESTO POR PARTIDA DE INSTALACIONES TERMICAS | | | | | |
|---|--|-----|------|--------------------|-----------------|
| ITEM | DESCRIPCION | UND | CANT | COSTO UNITARIO S/. | COSTO TOTAL S/. |
| 2 | Servicio De Lavandería Hospitalaria Centralizada. | | | | S/. 410,650.00 |
| 2.1 | Lavadora centrifuga de alta velocidad con barrera Sanitaria | und | 02 | S/. 96,000.00 | S/. 192,000.00 |
| 2.2 | Secadora de Ropa a Vapor | und | 01 | S/. 54,000.00 | S/. 54,000.00 |
| 2.3 | Calandria a Vapor 2540MM | und | 01 | S/. 110,000.00 | S/. 110,000.00 |
| 2.4 | Prensa Universal Mecanica y Plancha a Vapor | und | 01 | S/. 50,000.00 | S/. 50,000.00 |
| 2.5 | Extractores de aire x 500W 50 CM | und | 03 | S/. 800.00 | S/. 2,400.00 |
| 2.6 | Suministro e Instalacion de Lavaderos tipo U | und | 03 | S/. 750.00 | S/. 2,250.00 |
| 3 | Servicio De Cocina Hospitalaria Centralizada | | | | S/. 171,000.00 |
| 3.1 | Suministro y Montaje Marmitas de Coccion 100 Lts | und | 02 | S/. 58,000.00 | S/. 116,000.00 |
| 3.2 | Suministro y Montaje Marmitas de Coccion 50Lts | und | 01 | S/. 30,000.00 | S/. 30,000.00 |
| 3.2 | Suministro y Montaje Plancha Freidora | und | 01 | S/. 25,000.00 | S/. 25,000.00 |
| 4 | Servicio Del Sistema De Agua Caliente Sanitaria Acs | | | | S/. 54,600.00 |
| 4.1 | Suministro e Instalacion de Calentador de Agua de 500 Gln/Hr | und | 01 | S/. 37,100.00 | S/. 37,100.00 |
| 4.2 | Sumnistro e Instalacion de sistema de Bombeo de Presion Constante para Agua caliente | und | 01 | S/. 17,500.00 | S/. 17,500.00 |
| 4.3 | Suministro e Instalacion del conjunto de tuberias de alimentacion y Retorno del tanque | und | 01 | S/. 2,500.00 | S/. 2,500.00 |
| 5 | Servicio Central De Esterilización | | | | S/. 123,500.00 |
| 5.1 | Suministro y Montaje Autoclave de Vapor | und | 01 | S/. 120,000.00 | S/. 120,000.00 |
| 5.2 | Suministro e Instalacion del conjunto de tuberias de alimentacion | und | 01 | S/. 3,500.00 | S/. 3,500.00 |
| 6 | Servicio De Desechos Hospitalarios | | | | S/. 173,000.00 |
| 6.1 | Suministro y Montaje Autoclave a Vapor para Desechos Hospitalarios de 150 Litros con trituradora Incorporada | und | 02 | S/. 85,000.00 | S/. 170,000.00 |
| 6.2 | Suministro e Instalacion del conjunto de tuberias de alimentacion | und | 01 | S/. 3,000.00 | S/. 3,000.00 |
| 7 | Servicio Humidificación Y Control De Humedad Hospitalario | | | | S/. 15,000.00 |
| 7.1 | Suministro y Montaje Humidificador de Vapor 63.5 kg/hr | und | 02 | S/. 6,000.00 | S/. 12,000.00 |
| 7.2 | Suministro e Instalacion del conjunto de tuberias de alimentacion | und | 01 | S/. 3,000.00 | S/. 3,000.00 |

| PRESUPUESTO POR PARTIDA DE INSTALACIONES TERMICAS | | | | | |
|---|---|-----|------|--------------------|----------------------|
| ITEM | DESCRIPCION | UND | CANT | COSTO UNITARIO S/. | COSTO TOTAL S/. |
| 8 | Red de distribucion de Vapor | | | | S/. 76,015.00 |
| 8.1 | Red a calentador de agua Flow Rite | | | | |
| 8.1.1 | Suministro y Montaje de Tuberia SCH 40 1" Soldada | mts | 10 | S/. 55.00 | S/. 550.00 |
| 8.1.2 | Valvulas y Accesorios | glb | 01 | S/. 400.00 | S/. 400.00 |
| 8.1.3 | Aislamiento Termico de 1" Diam.X 2 " Espesor Forrada con Inox 304 | mts | 10 | S/. 140.00 | S/. 1,400.00 |
| 8.1.4 | Conexiones a Equipos | pto | 01 | S/. 50.00 | S/. 50.00 |
| 8.2 | Red del colector a Tuberia Matriz en la sala de Lavado | und | 03 | S/. 110.00 | S/. 330.00 |
| 8.2.1 | Suministro y Montaje tubería SCH 40 2" Soldada | mts | 43 | S/. 105.00 | S/. 4,515.00 |
| 8.2.2 | Valvulas y Accesorios | glb | 01 | S/. 780.00 | S/. 780.00 |
| 8.2.3 | Aislamiento Termico de 2" Diam.X 2 " Espesor Forrada con Inox 304 | mts | 43 | S/. 140.00 | S/. 6,020.00 |
| 8.2.4 | Conexiones a Equipos | | | | |
| 8.2.5 | Soporteria | und | 12 | S/. 110.00 | S/. 1,320.00 |
| 8.3 | Red de la tuberia matriz El Servicio Humidificación Y Control De Humedad Hospitalario(Baja a 2 puntos) | pto | 02 | S/. 50.00 | S/. 100.00 |
| 8.3.1 | Suministro y Montaje de Tuberia SCH 40 1" Soldada | mts | 12 | S/. 55.00 | S/. 660.00 |
| 8.3.2 | Valvulas y Accesorios | glb | 01 | S/. 1,500.00 | S/. 1,500.00 |
| 8.3.3 | Aislamiento Termico de 1" Diam.X 2 " Espesor Forrada con Inox 304 | mts | 12 | S/. 140.00 | S/. 1,680.00 |
| 8.3.4 | Conexiones a Equipos | pto | 02 | S/. 50.00 | S/. 100.00 |
| 8.3.5 | Soporteria | und | 03 | S/. 110.00 | S/. 330.00 |
| 8.4 | Red de la tuberia matriz a tratamiento de residuos (Baja a 2 puntos) | pto | 02 | S/. 50.00 | S/. 100.00 |
| 8.4.1 | Suministro y Montaje de Tuberia SCH 40 1" Soldada | mts | 12 | S/. 55.00 | S/. 660.00 |
| 8.4.2 | Valvulas y Accesorios | glb | 01 | S/. 1,500.00 | S/. 1,500.00 |
| 8.4.3 | Aislamiento Termico de 1" Diam.X 2 " Espesor Forrada con Inox 304 | mts | 12 | S/. 140.00 | S/. 1,680.00 |
| 8.4.4 | Conexiones a Equipos | pto | 02 | S/. 50.00 | S/. 100.00 |
| 8.4.5 | Soporteria | und | 03 | S/. 110.00 | S/. 330.00 |

| PRESUPUESTO POR PARTIDA DE INSTALACIONES TERMICAS | | | | | |
|---|--|-----|------|--------------------|-----------------|
| ITEM | DESCRIPCION | UND | CANT | COSTO UNITARIO S/. | COSTO TOTAL S/. |
| 8.5 | Red de tubería matriz a Equipos de Lavandería (baja a 7 puntos) | | | | |
| 8.5.1 | Suministro y Montaje de Tubería SCH 40 1 -1/2" Soldada | mts | 55 | S/. 85.00 | S/. 4,675.00 |
| 8.5.2 | Valvulas y Accesorios | glb | 01 | S/. 3,700.00 | S/. 3,700.00 |
| 8.5.3 | Aislamiento Termico de 1 1/2" Diam.X 2 " Espesor Forrada con Inox 304 | mts | 55 | S/. 140.00 | S/. 7,700.00 |
| 8.5.4 | Conexiones a Equipos | pto | 07 | S/. 50.00 | S/. 350.00 |
| 8.5.5 | Soportería | und | 12 | S/. 110.00 | S/. 1,320.00 |
| 8.6 | Red de tubería matriz a esterilizador (2 Puntos) | | | | |
| 8.6.1 | Suministro y Montaje de Tuberías SCH 40 1" Soldada | mts | 38 | S/. 55.00 | S/. 2,090.00 |
| 8.6.2 | Valvulas y Accesorios | glb | 01 | S/. 800.00 | S/. 800.00 |
| 8.6.3 | Aislamiento Termico de 1" Diam.X 2 " Espesor Forrada con Inox 304 | mts | 38 | S/. 140.00 | S/. 5,320.00 |
| 8.6.4 | Conexiones a Equipos | pto | 02 | S/. 50.00 | S/. 100.00 |
| 8.6.5 | Soportería | und | 09 | S/. 110.00 | S/. 990.00 |
| 8.7 | Del Desvio a Esterilizador a Cocina (Baja 3 Puntos) | | | | |
| 8.7.1 | Suministro y Montaje de Tuberías SCH 40 1" Soldada | mts | 95 | S/. 55.00 | S/. 5,225.00 |
| 8.7.2 | Valvulas y Accesorios | glb | 01 | S/. 2,100.00 | S/. 2,100.00 |
| 8.7.3 | Aislamiento Termico de 1" Diam.X 2 " Espesor Forrada con Inox 304 | mts | 95 | S/. 140.00 | S/. 13,300.00 |
| 8.7.4 | Conexiones a Equipos | pto | 03 | S/. 50.00 | S/. 150.00 |
| 8.7.5 | Soportería | und | 19 | S/. 110.00 | S/. 2,090.00 |
| 8.7.6 | Excavacion de tierra y Canalizado | mts | 10 | S/. 200.00 | S/. 2,000.00 |

| PRESUPUESTO POR PARTIDA DE INSTALACIONES TERMICAS | | | | | |
|---|--|-----|------|--------------------|-----------------|
| ITEM | DESCRIPCION | UND | CANT | COSTO UNITARIO S/. | COSTO TOTAL S/. |
| 9 | Red de Retorno de Condensado | | | | S/. 119,775.00 |
| 9.1 | Retorno del Calentador de agua a Tanque Condensado | | | | |
| 9.1.1 | Suministro y Montaje de Tubería SCH 40 1" Soldada | mts | 10 | S/. 55.00 | S/. 550.00 |
| 9.1.2 | Valvulas y Accesorios | glb | 01 | S/. 1,100.00 | S/. 1,100.00 |
| 9.1.3 | Aislamiento Termico de 1" Diam.X 2 " Espesor Forrada con Inox 304 | mts | 10 | S/. 140.00 | S/. 1,400.00 |
| 9.1.4 | Conexiones a Equipos | pto | 04 | S/. 50.00 | S/. 200.00 |
| 9.1.5 | Soporteria | und | 03 | S/. 110.00 | S/. 330.00 |
| 9.2 | Retorno por la tubería de Matriz | | | | |
| 9.2.1 | Sumnistro y Montaje de Tubería SCH 40 1" Soldada | mts | 43 | S/. 55.00 | S/. 2,365.00 |
| 9.2.2 | Valvulas y Accesorios | glb | 01 | S/. 500.00 | S/. 500.00 |
| 9.2.3 | Aislamiento Termico de 1" Diam.X 2 " Espesor Forrada con Inox 304 | mts | 43 | S/. 140.00 | S/. 6,020.00 |
| 9.2.4 | Conexiones a Equipos | | | | |
| 9.2.5 | Soporteria | und | 12 | S/. 110.00 | S/. 1,320.00 |
| 9.3 | Retorno de Tratamiento de Residuos a Tubería Principal (baja a 02 Puntos) | | | | |
| 9.3.1 | Suministro y Montaje de Tubería SCH 40 1" Soldada | mts | 12 | S/. 55.00 | S/. 660.00 |
| 9.3.2 | Valvulas y Accesorios | glb | 01 | S/. 3,300.00 | S/. 3,300.00 |
| 9.3.3 | Aislamiento Termico de 1" Diam.X 2 " Espesor Forrada con Inox 304 | mts | 12 | S/. 140.00 | S/. 1,680.00 |
| 9.3.4 | Conexiones a Equipos | pto | 02 | S/. 50.00 | S/. 100.00 |
| 9.3.5 | Soporteria | und | 03 | S/. 110.00 | S/. 330.00 |
| 9.4 | Retorno de Lavandería a Tubería Matriz (Baja a 7 Puntos) | | | | |
| 9.4.1 | Suministro y Montaje de Tubería SCH 40 1" Soldada | mts | 55 | S/. 55.00 | S/. 3,025.00 |
| 9.4.2 | Valvulas y Accesorios | glb | 01 | S/. 7,100.00 | S/. 7,100.00 |
| 9.4.3 | Aislamiento Termico de 1" Diam.X 2 " Espesor Forrada con Inox 304 | mts | 55 | S/. 140.00 | S/. 7,700.00 |
| 9.4.4 | Conexiones a Equipos | pto | 07 | S/. 50.00 | S/. 350.00 |
| 9.4.5 | Soporteria | und | 12 | S/. 110.00 | S/. 1,320.00 |

| PRESUPUESTO POR PARTIDA DE INSTALACIONES TERMICAS | | | | | |
|---|--|-----|------|--------------------|-----------------|
| ITEM | DESCRIPCION | UND | CANT | COSTO UNITARIO S/. | COSTO TOTAL S/. |
| 9.5 | Retorno de Esterilizador a de Tuberia Matriz (02 puntos) | | | | |
| 9.5.1 | Suministro y Montaje de Tuberia SCH 40 1" Soldada | mts | 38 | S/. 55.00 | S/. 2,090.00 |
| 9.5.2 | Valvulas y Accesorios | glb | 01 | S/. 2,200.00 | S/. 2,200.00 |
| 9.5.3 | Aislamiento Termico de 1" Diam.X 2 " Espesor Forrada con Inox 304 | mts | 38 | S/. 140.00 | S/. 5,320.00 |
| 9.5.4 | Conexiones a Equipos | pto | 02 | S/. 50.00 | S/. 100.00 |
| 9.5.5 | Soporteria | und | 09 | S/. 110.00 | S/. 990.00 |
| 9.6 | Retorno de cocina a Tuberia Matriz (baja 03 puntos) | | | | |
| 9.6.1 | Suministro y Montaje de Tuberia SCH 40 1" Soldada | mts | 95 | S/. 55.00 | S/. 5,225.00 |
| 9.6.2 | Valvulas y Accesorios | glb | 01 | S/. 3,300.00 | S/. 3,300.00 |
| 9.6.3 | Aislamiento Termico de 1" Diam.X 2 " Espesor Forrada con Inox 304 | mts | 95 | S/. 140.00 | S/. 13,300.00 |
| 9.6.4 | Conexiones a Equipos | pto | 03 | S/. 50.00 | S/. 150.00 |
| 9.6.5 | Soporteria | und | 19 | S/. 110.00 | S/. 2,090.00 |
| 9.6.6 | Excavacion de tierra y Canalizado | mts | 10 | S/. 200.00 | S/. 2,000.00 |
| 9.6.7 | Tanque de Purgas de Caldero | pza | 01 | S/. 15,000.00 | S/. 15,000.00 |
| 9.6.8 | Suministro y Montaje Trampa de Vapor tipo IBCV (Balde Invertido con Válvula Check Interna) para Tuberías Principales | und | 04 | S/. 2,132.00 | S/. 8,528.00 |
| 9.6.9 | Suministro y Montaje Trampa de Vapor tipo IBLV(Balde Invertido con Venteador grande) para Manifold Principal | und | 02 | S/. 2,050.00 | S/. 4,100.00 |
| 9.6.10 | Suministro y Montaje Trampa de Vapor tipo IBLV (Balde Invertido con Venteador grande) Marmita Volcables 100 Litros | und | 01 | S/. 2,050.00 | S/. 2,050.00 |
| 9.6.11 | Suministro y Montaje Trampa de Vapor tipo IBLV (Balde Invertido con Venteador grande) Marmita Volcables 100 Litros | und | 01 | S/. 2,050.00 | S/. 2,050.00 |
| 9.6.12 | Suministro y Montaje Trampa de Vapor tipo IBLV(Balde Invertido con Venteador grande) Marmita Volcables 50 Litros | und | 01 | S/. 2,050.00 | S/. 2,050.00 |
| 9.6.13 | Suministro y Montaje Trampa de Vapor tipo IBLV (Balde Invertido con Venteador grande) Plancha Freidora de Vapor | und | 01 | S/. 2,050.00 | S/. 2,050.00 |
| 9.6.14 | Suministro y Montaje Trampa de Vapor tipo DC (Controlador Diferencial de Condensado)Secadora Rotativa | und | 01 | S/. 1,900.00 | S/. 1,900.00 |
| 9.6.15 | Suministro y Montaje Trampa de Vapor tipo DC (Controlador Diferencial de Condensado) Calandria Prendas Planas | und | 01 | S/. 1,900.00 | S/. 1,900.00 |
| 9.6.16 | Suministro y Montaje Trampa de Vapor tipo DC (Controlador Diferencial de Condensado) Prensa para prendas Planas | und | 01 | S/. 1,900.00 | S/. 1,900.00 |
| 9.6.17 | Suministro y Montaje Trampa de Vapor tipo IBCV (Balde Invertido con Válvula Check Interna) Calentador de Agua Caliente Sanitaria | und | 01 | S/. 2,132.00 | S/. 2,132.00 |

| PRESUPUESTO POR PARTIDA DE INSTALACIONES TERMICAS | | | | | |
|---|--|-----|------|--------------------|-------------------------|
| ITEM | DESCRIPCION | UND | CANT | COSTO UNITARIO S/. | COSTO TOTAL S/. |
| 10 | Varios | | | | S/. 9,350.00 |
| 10.1 | Trabajos Preliminares | | | | |
| 10.1.1 | Picado y Resane de Muros de Ladrillo para Colocacion de Tuberias | mts | 20 | S/. 15.00 | S/. 300.00 |
| 10.2 | Movimiento de Tierras | | | | |
| 10.2.1 | Excavacion de Zanjas para pasar Tuberias de 1.0M X 0.40 M | mts | 15 | S/. 70.00 | S/. 1,050.00 |
| 10.2.2 | Relleno compactado manual con tierra Cernida | m3 | 20 | S/. 40.00 | S/. 800.00 |
| 10.2.3 | Acarreo Interno de Material Procedente de Excavaciones, demoliciones y Desmontajes | m3 | 10 | S/. 10.00 | S/. 100.00 |
| 10.2.4 | Eliminacion de Material Excedente Cargio Manual y Volquete de 4m3 Distancia Promedio de 1 Km | m3 | 10 | S/. 20.00 | S/. 200.00 |
| 10.3 | Trabajos Complementarios | | | | |
| 10.3.1 | Pruebas Hidraulicas para Sistema Proyectado | mts | 400 | S/. 15.00 | S/. 6,000.00 |
| 10.3.2 | Solado de Concreto para Tuberias de Alimentadores | glb | 15 | S/. 60.00 | S/. 900.00 |
| TOTAL= | | | | | S/. 2,121,210.00 |

Fuente: Propia

CONCLUSIONES

1. Se logró calcular y diseñar las instalaciones térmicas del hospital central del distrito de majes de acuerdo a normas con una la sala de generación de vapor que alimenta a los 06 servicios como son cocina hospitalaria centralizada, central de esterilización, humidificación, control de humedad hospitalario, desechos hospitalarios, lavandería hospitalaria centralizada. y el sistema de agua caliente sanitaria ACS. estos servicios mejoraran la calidad de atención de salud general en este centro hospitalario.
2. Se calculó y diseño el sistema de combustible dual, como primera opción el sistema de diésel 02 para funcionamiento inmediato del hospital con la categoría II-1 y como segunda opción el gas natural que sería la opción más adecuada por un tema de ahorro energético y menor contaminación al medio ambiente y se realizó la selección del tanque de almacenamiento y tanque diario.
3. Se calcula el sistema de agua blanda y dura para alimentación de los generadores de vapor de una manera óptima se realiza la selección del sistema dosificador interno, ablandador de agua y tanque desgasificador.
4. Se calcula toda la red de tuberías de vapor y retorno de Condensado seleccionando las tuberías comerciales, las trampas de vapor, válvulas, reducciones y accesorios de acuerdo a lo determinado.
5. Se calcula la dilatación sufrida por las tuberías debido a las altas temperaturas de trabajo y se seleccionan adecuadamente las juntas de expansión y soporte de tuberías.
6. Se calcula el espesor térmico óptimo para la red de vapor y retorno de condensados para una máxima eficiencia del sistema Térmico.
7. Se realiza la programación de obra del proyecto para la construcción en el menor tiempo posible.

8. Se realiza el presupuesto del proyecto teniendo en cuenta el suministro e instalación de los equipos y accesorios para funcionamiento de la instalación térmica del Hospital Central del distrito de Majes.
9. Se realizan los planos de todos los servicios y sistemas de las instalaciones térmicas del hospital central del distrito de majes.



REFERENCIAS

Armstrong. (1998). *Guía para la Conservación de Vapor en el Drenado de Condensados*.

Obtenido de <http://www.armstrong-intl.com>

Asociación Francesa de Esterilización (AFS). (2010). *Arquitectura y Servicios de Esterilización*. Obtenido de <http://www.chu-lyon.fr>

Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración (ATECYR). (2010). *Guía técnica de agua caliente sanitaria central*. Madrid: Editorial IDAE.

Bahamondes, P. A. (s.f.). *Descripción de Calderas y generadores de Vapor*. Obtenido de <http://www.achs.cl>

Behn, A. O. (s.f.). Tratamiento de Agua para Calderas. *Artículo Técnico Thermall Engineering LTDA*, 1.

Caceres Graziani, L. F. (2002). *El Gas Natural*. Lima: Grupo S.R.L.

Cruz, J. F., & Postigo B., J. (2010). *Termodinámica II*. Lima: Derecho Editor Reservado.

Fundación de la Energía de Comunidad de Madrid. (2012). *Calderas Industriales Eficientes*. Madrid: Graficas Arias Montano, S.A.

Guelbenzu Morte, F. J., & Dueñas Alvarez, P. L. (1990). *Organización de Cocina y Alimentación en Centros Sanitarios*. Madrid: Lerko Print S.A.

Guzman Acosta, M. A. (2012). *Manual de diseño para sistemas de tuberías y tanques atmosféricos de techo fijo*. Sartenejas: Universidad Simón Bolívar.

Junta de Castilla y León y DEA INGENIERIA. (2010). *Manual Técnico Diseño y Cálculo de redes de vapor*. España: I. Sorles, LEÓN.

Ministerio de Salud Peru. (25 de Febrero de 2004). *Norma Tecnica: Prodecimiento para el manejo de residuos Solidos Hospitalarios*. Obtenido de <http://www.minsa.gob.pe/pvigia>

Ministerio de Salud Publica. (2006). *Procesamiento de Ropa para Uso en Hospitales*. Uruguay: Ministerio de Salud.

Ministerio de Sanidad y Consumo. (1996). *Guia Practica para el diseño y Mantenimiento de la climatizacion en Quirofanos*. Madrid: Fareso S.A.

Palacin, F. U. (2006). *Termodinamica II*. Lima: San Marcos.

SISTEAGUA. (2012). *CENTRO NACIONAL DE PRODUCCION MAS LIMPIA - EFICIENCIA ENERGETICA*. Obtenido de http://www.cnpml.org.sv/ucatee/ee/docs/informacion_calderas_ciclos_de_concentracion.pdf

Spirax Sarco. (1999). *Distribucion de Vapor Guia de Referencia Tecnica*. Argentina. Obtenido de www.spiraxsarco.com

Spirax Sarco. (1999). *Purga de Vapor y Eliminacion de Aire-Guia de Referencia Tecnica*. Argentina. Obtenido de www.Spiraxsarco.com

Spirax Sarco. (2010). *Steam Engineering Tutorials*. Obtenido de <http://WWW.Spiraxsarco.com/resources/steam-engineering-tutorials.asp>

TLV Compañía Especilista en Vapor. (1 de Marzo de 2010). *TLV Compañía Especilista en Vapor*. Obtenido de <http://www.tlv.com/global/LA/steam-theory/what-is-steam.html>

Victaulic Company. (2002). *Cálculo y Absorsion del aumento termico de la Tuberia*. Obtenido de Datos sobre diseño- Sistema de tuberias: <http://www.victaulic.com>

TOMO - II

ANEXOS

PLANOS



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS FÍSICAS Y FORMALES

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA -
ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA**



TOMO - II

ANEXOS Y PLANOS

**“DISEÑO DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS CON
COMBUSTIBLE DUAL EN EL HOSPITAL CENTRAL DEL DISTRITO DE
MAJES”**

Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico-Electricista, que presenta el bachiller:

Fredy Huamani Aquima

AREQUIPA – PERU

AÑO: 2016

ÍNDICE ANEXOS

| | | |
|---------------|--|-----|
| ANEXO - 001. | Normas técnicas hospitales..... | 230 |
| ANEXO - 002. | Categorías de los establecimientos de salud..... | 240 |
| ANEXO - 003. | Equipos cocina hospitalaria centralizada marmitas a vapor..... | 250 |
| ANEXO - 004. | Equipos central de esterilización esterilizador a vapor | 257 |
| ANEXO - 005. | Equipos humidificación y control de humedad hospitalario | 261 |
| ANEXO - 006. | Equipos desechos hospitalarios esterilizadores con trituradora | 264 |
| ANEXO - 007. | Equipos lavandería hospitalaria centralizada-lavadora barrera sanitaria..... | 268 |
| ANEXO - 008. | Equipos lavandería hospitalaria centralizada-secadora rotativa..... | 271 |
| ANEXO - 009. | Equipos lavandería hospitalaria centralizada -calandria | 273 |
| ANEXO - 0010. | Equipos lavandería hospitalaria centralizada -prensa..... | 276 |
| ANEXO - 0011. | Equipos lavandería hospitalaria centralizada -plancha..... | 279 |
| ANEXO - 0012. | Equipos sistema de agua caliente sanitaria..... | 281 |
| ANEXO - 0013. | Datos técnicos de generadores a vapor..... | 284 |
| ANEXO - 0014. | Sistema de combustible gas natural..... | 285 |
| ANEXO - 0015. | Sistema de agua blanda y dura | 287 |
| ANEXO - 0016. | Factor de evaporación generadores a vapor | 297 |
| ANEXO - 0017. | Normas y especificaciones para tuberías de fuerza..... | 298 |
| ANEXO - 0018. | Tuberías comerciales de acero al carbono..... | 299 |
| ANEXO - 0019. | Factores de presión para dimensionamiento de tuberías | 305 |
| ANEXO - 0020. | Factores de capacidad de tubería y caída de presión..... | 306 |
| ANEXO - 0021. | Sistema de distribución de vapor..... | 307 |
| ANEXO - 0022. | Sistema de retorno de condensado | 310 |
| ANEXO - 0023. | Bombas de condensados..... | 326 |
| ANEXO - 0024. | Dilatación y junta de expansión para tuberías de vapor | 332 |
| ANEXO - 0025. | Sistema de aislamiento térmico | 335 |
| ANEXO - 0026. | Maximizar la eficiencia energética del sistema con el aislamiento..... | 338 |
| ANEXO - 0027. | Válvulas estaciones reductoras de presión | 339 |
| ANEXO - 0028. | Separadores de vapor..... | 341 |
| ANEXO - 0029. | Filtros red de vapor..... | 343 |
| ANEXO - 0030. | Soporte de tuberías de vapor y Retorno de Condensado..... | 347 |

ANEXO - 001. Normas técnicas hospitalares

Dirección General de Salud de las Personas

Ministerio de Salud

Personas que atendemos personas

Dirección Ejecutiva de Normas Técnicas
para Infraestructura en Salud

Normas Técnicas para
Proyectos de
Arquitectura Hospitalaria

CONTENIDO

BASE LEGAL

LOCALIZACION

FLUJOS DE CIRCULACIONES

UNIDADES DE ATENCION

UNIDAD DE SERVICIOS GENERALES

CONFORT DE PERSONAL

INSTALACIONES

Marzo 1996

Los cubículo de Preparación de Pacientes y Curaciones solo se implementaran en Hospitales con mas de 150 camas.

Los cubículos para Cirugía Ambulatoria serán equivalentes al 4% del total de camas.

9.6 UNIDAD DE ENFERMEDADES INFECTOCONTAGIOSAS

Si la demanda de pacientes infecto - contagiosos, y cuando el número de casos la justifique se incluirá en el Programa una Unidad de Hospitalización específica.

La capacidad de esta Unidad será de 25 a 30 camas.

Se recomienda contar con dos ambientes de cocina para la distribución de alimentos, las que tendrán puertas de doble acción; en uno de estos se efectuará el lavado y esterilización de utensilios y el otro como Depósito de los insumos y para el servicio de charolas.

Es recomendable que el ingreso a esta Unidad de los pacientes sea independiente de las otras Unidades.

Es el conjunto de Departamentos de Nutrición y Dieta, Lavandería y Ropería; también se encuentra los ambientes de mantenimiento y la Sala de máquinas con que debe contar un hospital.

5.1. NUTRICION Y DIETA :

Este Departamento proporciona, los regímenes dietoterapéuticos y normales a pacientes y personal a las Unidades Hospitalarias y a la Unidad de Emergencia.

Localización :

Para la Localización de la Cocina Central en el Hospital debe tenerse en consideración lo siguiente:

- Carga y descarga de los víveres.
- Transporte de alimentos a las Unidades de Hospitalización.
- Central de la zona de Servicios Generales.

Este Departamento debe estar localizado en una zona tal que permita el acceso de vehículos que transportan los alimentos.

Ambientes :

- Recepción
- Despensa
 - . Almacén
 - . Cámaras de Refrigeración
 - . Limpieza y corte de víveres
 - . Bodega de bebidas
 - . Depósito
 - . Dietista
 - . Cocina
 - . Preparación de Carnes
 - . Preparación de Verduras
 - . Preparación de Alimentos Frios
 - . Cocción
 - . Frituras
 - . Panadería
 - . Dietas especiales
 - . Servicio de carros
 - . Area de carros
 - . (Limpieza, Estacionamiento)
 - . Lavado de Ollas
 - . Lavado (Vajilla y utensilios)
 - . Cuarto de Limpieza
 - . Servicios Higiénicos de Personal de Cocina

- Laboratorio de leches
- Comedor Personal

Despensas

Deberá ubicarse cerca a la entrada, por su comunicación con el exterior para el abastecimiento de mercaderías.

Se considera Despensa Seca y Despensa Fria

Despensa Seca: donde se guardan semillas, granos, harinas, azúcar, etc.

Despensa Fría: donde se guardan a diferentes temperaturas carnes, pescados, productos lácteos, verduras y frutas.

Para el cálculo del área de la Despensa se considerarán los siguientes factores:

| | |
|--|------|
| Hospitales con menos de 50 camas: m ² /cama | 0.80 |
| Hospitales con menos de 150 camas: m ² /cama | 0.60 |
| Hospitales con más de 150 camas: m ² /cama | 0.40 |

Cocina Central:

Ambiente donde se realiza el proceso de elaboración de comidas.

Para el cálculo del área de la Cocina se tendrán en cuenta:

1. Personas que reciben alimentación:

Pacientes
Personal

2. Regímenes

Dieta normal
Dietas especiales

3. Sistemas de Alimentación:

Adquisición de víveres
Almacenaje de víveres
Preparación
Servicio
Lavado
Eliminación de desechos

4. Equipos

Marmitas
Cocina a Vapor
Hornos

Los coeficientes para el cálculo de las áreas de cocina serán:

Hospitales con menos de 50 camas:
1.50 m² por cama

Hospitales con menos de 150 camas:
1.20 m² por cama y el área mínima no será menor de 75 m².

Hospitales con mas de 150 camas:
1.00 m² por cama y el área total no será menor de 180 m².

Comedor Personal:

De preferencia la atención será el sistema de autoservicio.

La capacidad estará en relación del número de personal y de acuerdo a lo siguiente:

| | |
|------------------------------------|------------------------------|
| Hospitales con menos de 50 camas: | 1.00 m ² por cama |
| Hospitales con menos de 150 camas: | 1.30 m ² por cama |
| Hospitales con más de 150 camas: | 1.05 m ² por cama |

Para el cálculo del número de comensales se tendrá en cuenta lo siguiente :

Pacientes Hospitalizados : de acuerdo al número de camas con promedio de ocupación del 85%.

Personal : Se considera un índice de 2.5 empleados por cama con un promedio del 77% de asistencia.

5.2. LAVANDERIA Y ROPERIA :

Es el Departamento encargado del lavado, planchado y suministro de ropa limpia; a los pacientes y personal del hospital.

Localización :

Debe estar ubicada en la zona de Servicios Generales y cercana al Cuarto de Maquinas y el acceso será independiente desde el exterior.

Se tendrá cuidado de que el recorrido de la ropa limpia no se realice por zonas contaminadas.

Equipamiento :

El cálculo del equipo necesario para la Lavandería estará basado en la dotación de ropa que tenga cada una de las Unidades y en los cambios que se hagan.

Para determinar el equipo deberá considerarse :

- .Tipo de hospital
- .Número de camas
- .Número de Salas de Operaciones
- .Número de Consultorios
- .Promedio de ocupación de camas
- .Demanda diaria por cama
- .Número de cambios de ropa de pacientes
- .Influencia del clima
- .Tipo de tela usada con más frecuencia

En los Hospitales deberá considerarse los siguientes factores de ropa diaria por cama :

| | | |
|---------------------------|---|-----------|
| Hospitales Generales | : | 4 kg. |
| Hospitales Especializados | : | 2 a 4 kg. |
| Maternidad | : | 6 kg. |
| Emergencia | : | 6 kg. |

El acabado de los diferentes tipos de ropa requieren de secado en tómbolas, planchado plano y planchado de forma. Siendo los porcentajes que se requieren :

- Del 20 al 25% Secado en Tómbola.
- Del 60 al 70% Planchado plano.
- Del 10 al 15% Planchado de forma.

Recibo y Entrega de Ropa Sucia y Limpia :

Se efectúa mediante una operación de canje, la que se realiza en la ropería.

El traslado de ropa sucia puede ser mediante la utilización de carros con bolsa de lona desde el Cuarto Séptico a la Lavandería.

Ambientes :

Recepción y Selección de Ropa Sucia
Clasificación y Peso
Lavado y Centrifuga
Secado
Planchado y Doblado

Ropa Plana
Ropa de forma

Costura y Reparación
Depósito de Ropa Limpia
Entrega de Ropa Limpia
Oficina
Depósito de insumos
Servicios Higiénicos para el personal

Recepción y Selección de Ropa Sucia :

Corresponde al traslado y canje de ropa, la Recepción se efectúa mediante carros.

Se contará con un recibo para facilitar el movimiento de los carros y del personal para la entrega de la ropa.

Clasificación y Peso :

Se considerarán ambientes o cubículos para la clasificación de la ropa sucia: Cirugía, Ropa Blanca, Felpas, Forma y pañales.

Lavado y Centrifuga:

En esta sector se efectúa el lavado del 100% de la ropa sucia, mediante el uso de lavadoras automáticas.

La carga de la ropa en las lavadoras requieren de 8 a 12 cambios de agua, siendo el tiempo necesario de vaciado y llenado de la lavadora de una hora con 10 minutos por carga.

En los Hospitales pequeños se requiere de 2 lavadoras.

En Hospitales medianos se considera el uso de 2 lavadoras y una adicional de 11.5 kg. de capacidad.

Los Hospitales grandes incluirán además de las 3 lavadoras una con capacidad de 23 kg.

Adicionalmente al sector de las lavadoras se tendrá un sector para las centrifugas de extracción de agua.

Cada centrifuga requiere, dependiendo de su capacidad los siguientes tiempos :

| | |
|---------------|----------------------|
| de 12 kg. | 4 cargas por hora. |
| de 25 a 35 kg | 3.5 cargas por hora. |

El sector de lavado y Centrífuga será equivalente al 25% del área total de la Lavandería.

Secado :

La ropa que no requiere ser planchada representa aproximadamente del 20 al 25% del peso total de ropa lavada y será secada en las tómbolas, la cual emplea 25 minutos por carga.

La Localización de las tómbolas será entre las centrifugas y el depósito de ropa limpia debiendo tener una separación mínima de 60 cm. de cualquier máquina o paramento.

La ropa que requiere acabado liso (sábanas, Fundas) representa del 60 al 70% del total de ropa lavada y se realiza en planchadora de rodillo o mangle.

Los mangles deben ubicarse cerca a las centrifugas y al depósito de ropa limpia.

La ropa que requiere acabado de forma representa del 10 al 15% del total de ropa lavada, se procesa en burros con plancha eléctrica rociadora o en planchadoras de vapor.

El área de secado será igual al 25% del área total de la lavandería.

Costura y Reparación :

Estará ubicado en el Depósito de Ropa Limpia y cercana al sector de planchado. El área será igual al 30% del área total de la Lavandería.

Ropa Limpia :

Encargada del almacenamiento de la ropa limpia y nueva y de el suministro a las diferentes unidades del hospital.

Areas :

Para determinar el área que requiere la lavandería se tendrá en consideración los siguientes coeficientes :

Hospitales con menos de 50 camas :

1.20 m² por cama.

Hospitales con menos de 150 camas:

1.00 m² por cama y el área mínima será de 60 m²

Hospitales con mas de 150 camas :

0.80 m² por cama y el área mínima será de 150 m².

5.3. VESTUARIOS Y SERVICIOS HIGIENICOS:

Los vestuarios son locales para el cambio de ropa de los usuarios, y su uso es limitado a la satisfacción de las necesidades del servicio.

Localización :

Se debe procurar que las áreas destinadas a los baños y vestidores se encuentren lo más cerca posible tanto de los accesos como de las salas de máquinas de las unidades médicas.

Ambientes :

Vestíbulo de ingreso
Vestuarios
Servicios Higiénicos con Duchas y Aparatos Sanitarios

Clasificación del Personal :

En los Hospitales el total de personal corresponde de 2 a 2.5 veces el número de camas.

La naturaleza diversa de las labores que se desarrollan en las Unidades Médicas en los distintos horarios, permite que se clasifique al personal en grupos :

| Tipo de Personal | % de Personal |
|---|---------------|
| Personal Masculino Médicos, Técnicos | 25 |
| Personal Femenino Médicos, Técnicos | 10 |
| Enfermeras y Auxiliares | 40 |
| Administración hombres | 10 |
| Administración Mujeres | 15 |

El área de vestuarios Médicos será igual a 0.50 m² del total de personal médico.

Para Enfermeras, Técnicos y Auxiliares por sexo le corresponderá 25% para Hombres y 75% para Mujeres

El Número de casilleros será igual al 85% del total, de acuerdo a los porcentajes establecidos.

Todas las instalaciones que se requieren en los hospitales se conforman por sistemas complejos o redes que se desarrollan horizontalmente y verticalmente por todas las dependencias y se clasifican :

- Redes Sanitarias e Hidráulicas
- Redes Eléctricas
- Sistema de Aire Condicionado

Todas las instalaciones deberán ceñirse a lo estipulado en el Reglamento Nacional de Construcciones en los Capítulos correspondientes.

INSTALACIONES SANITARIAS E HIDRAULICAS

Comprende :

- . Red de Agua Potable fría y caliente
- . Red de Agua Contra Incendio
- . Red de Riego para áreas verdes
- . Desagüe de Agua de Lluvias (Pluviales)
- . Desagüe de Aguas Servidas
- . Vapor
- . Gas Combustible
- . Oxígeno
- . Vacío
- . Oxido Nitroso
- . Aire Comprimido

Redes de Agua Potable :

Las Instalaciones de agua potable deben ser diseñadas y construidas de modo que preserven la potabilidad del agua destinada al consumo humano y que garanticen su suministro.

Abastecimiento :

Se efectuará a través de la red pública; cuando el abastecimiento público no se encuentre en condiciones de prestar servicio adecuado, ya sea en cantidad o calidad, se permitirá el uso de abastecimiento de agua privada, siempre que, tanto la fuente como el tratamiento de potabilización sean satisfactorias.

La dotación de agua a considerarse, de acuerdo con el Reglamento de Construcciones para locales hospitalarios se calculará de acuerdo a la siguiente tabla :

| | |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| - Hospitalización y Cama | 600 lts. por día |
| - Consultorios y Consultorio | 500 lts. por día |
| - Consultorio Dental | 1,000 lts. por día y Unidad Dental |
| - Lavandería de Ropa | 40 lts. por kg. |

La dotación de agua para el regadío de las áreas verdes será en razón de 2 lts. por día y metro cuadrado.

Tratamiento del agua :

El contenido de las sales de calcio y magnesio no deben pasar de 40 a 50 mg/litro de $CaCO_3$; si el contenido de sales es mayor es aconsejable el tratamiento del agua para mantener su dureza en los límites debidos.

El agua para las calderas deberá contar con valores inferiores a 5 mg/litro.

A fin de garantizar la pureza bacteriológica del agua de consumo, es conveniente la aplicación de cloro, la clarificación en Hospitales Pequeños donde el consumo de agua sea mínimo se usara hipocloritos de calcio, en Hospitales Medianos y Grandes de preferencia se usará equipos de gas, cloro.

Tanques de Almacenamiento :

Cuando el abastecimiento de agua pública no sea continua o carezca de presión suficiente, deberá proveerse de uno o varios tanques de almacenamiento, que permita el suministro de agua en forma adecuada.

Si el agua es tratada para su potabilización, se construirá dos almacenamientos, uno para agua no tratada la misma que será usada en los servicios de protección contra incendios y riego de áreas verdes y otro para el agua tratada de consumo interno del hospital.

La capacidad de los tanques tendrán un volumen para satisfacer por lo menos igual al consumo diario.

Los Tanques de Almacenamiento deberán alejarse en lo posible de muros medianeros y desagües a una distancia mínima de 10.00 ml.

Red de Agua contra Incendio :

Serán proyectadas y ejecutadas de manera que permitan el rápido, fácil y efectivo funcionamiento. Las redes de incendio serán totalmente independientes de las de Agua Potable.

El almacenamiento de agua en los tanques para combatir incendios, debe asegurar el funcionamiento simultáneo de 2 mangueras durante media hora.

No se permitirá la localización de tuberías de agua contra incendio en los quirófanos, ductos de instalaciones eléctricas ni en los vacíos de los ascensores.

Red de Agua para Riego de Areas Verdes :

Podrán ser diseñadas formando parte del sistema de distribución de agua o en forma independiente. El riego de áreas verdes podrá hacerse con puntos de conexión para mangueras dotadas de sus correspondientes válvulas o con rociadores.

Red de Desagüe de Aguas Pluviales :

El agua de lluvia proveniente de techos, patios, azoteas y áreas expuestas, podrá ser conectada a la red pública del alcantarillado, siempre que el sistema lo permita.

Cuando no exista un sistema de alcantarillado pluvial y la red pública haya sido diseñada para recibir aguas servidas únicamente, no se permitirá descargar en ellas aguas de lluvias. Estas deberán disponerse al sistema de drenaje o áreas verdes existentes.

Desagüe de Aguas Servidas :

El sistema integral de desagüe deberá ser diseñado y construido en forma tal que las aguas servidas sean evacuadas rápidamente desde todo aparato sanitario, sumidero u otro punto de colección, hasta el lugar de descarga con velocidades que permitan el arrastre de las excretas y materias en suspensión, evitando obstrucciones y depósitos de materiales.

Todo sistema de desagües deberá estar dotado de suficiente número de elementos de registro, a fin de facilitar su limpieza y mantenimiento.

Red de Agua Caliente :

El calentamiento de agua se podrá efectuar por vapor.

El volumen de almacenamiento de agua caliente de acuerdo con el Reglamento de Construcciones se estimará de acuerdo a los siguientes factores :

| | |
|----------------------|----------------------------------|
| - Hospitalización | 250 lts. por día y Cama |
| - Consultorios | 130 lts. por día y Consultorio |
| - Consultorio Dental | 100 lts. por día y Unidad Dental |

En los Servicios de Baños y usos generales la temperatura será de 60 grados centígrados. En cocina y lavandería 80 grados centígrados.

Para el cálculo de la capacidad de equipos de producción de agua caliente, así como para la capacidad del tanque de almacenamiento se utilizará en relaciones que se indican:

La capacidad del almacenamiento en relación con dotación diaria en litros será de 2/5; y la capacidad horaria del equipo de producción de agua caliente en relación con la dotación en litros será de 1/6.

Redes de Distribución :

Se ubicarán en ductos verticales que permitan su revisión y mantenimiento.

No se permitirá las instalaciones de redes de agua en las cajas de ascensores.

En cada piso se instalarán puertas en todo lo ancho del ducto y se abrirán hacia los pasadizos y cuartos de aseo.

No se permitirá la Localización de ductos sanitarios en áreas de hospitalización, consultorios, estación de enfermeras, quirófanos, sala de recuperación y sala de observación.

Se instalarán separadores de grasa en los conductos de desagüe de lavaderos de lavaplatos u otros aparatos sanitarios donde exista el peligro de introducir al sistema de desagüe, grasa en cantidad suficiente para afectar el buen funcionamiento de éste.

Los desagües provenientes de los siguientes equipos, deberán descargar en los conductos de desagüe en forma indirecta : Esterilizadores, recipientes y equipos similares de laboratorios, refrigeradoras, tuberías de rebose de tanques,

y todos aquellos que se considere inconvenientes en resguardo de la salud pública.

Vapor :

Para la producción de vapor se usarán calderos a generadores de vapor en número suficiente para satisfacer las necesidades.

Gas Combustible :

Podrá ser natural o licuado; en caso de que el consumo sea de gran demanda y amerite una instalación de abastecimiento de tipo industrial, el equipo de medición se alojará en un recinto con ventilación adecuada y con una área no menor de 36 m² y de acuerdo al consumo necesario que se desee obtener.

En caso de utilizarse gas licuado, se ubicará el tanque en un lugar con buena ventilación protegido de daños mecánicos y con una distancia no menor de 7.5 ml. y a 15 ml. del ambiente donde se ubique el depósito de oxígeno.

Las tuberías de gas no se instalarán en sótanos o entrepisos que no estén a nivel de terreno.

Oxígeno :

Se requerirá de una central de oxígeno que mediante una red de tuberías suministre a sus terminales en los puntos en que se necesitan tomas de oxígeno.

También se podrá utilizar un sistema de baterías de cilindros con reguladores automáticos y conectados a la red de tuberías.

Se utilizarán válvulas con tapón roscado y con acoplamiento rápido de tipo inserción y estarán colocadas en las paredes a una altura de 1.50 ml.

Los ambientes e instalaciones de oxígeno deberán estar alejados de daños mecánicos, líneas de energía eléctrica, tuberías de gases y líquidos inflamables. Todas las tuberías de distribución deberán ser de cobre con soldadura de latón en los puntos de

acoplamiento. No podrán ser instaladas en los ambientes de ropa sucia.

Cada ramal de alimentación tendrá una válvula de succión en un lugar visible y de fácil acceso.

Las tomas de oxígeno deberán ubicarse :

- Medicina General, Cirugía, Gineco-Obstetricia al 25% del número de camas.
- Pediatría al 50% del número de camas.
- En todos los cuartos de aislamiento.
- Neonatología al 25% del número de cunas.
- Prematuros al 100% de las cunas ó incubadoras.
- Unidad de Cuidados Intensivos al 100% del número de camas.
- Unidad de Emergencia al 100% del número de camas de adultos y niños.
- Salas de Recuperación, Post-operatoria y Post-parto al 100% del número de camas.
- Salas de Operaciones una de oxígeno y dos de succión por sala.
- Sala de Partos dos de oxígeno y dos de succión por sala.
- Laboratorios una por toma de flanómetro.
- Sala de Rayos x una toma por sala.

Las salidas para las tomas de oxígeno en Neonatología deberán estar concentradas en una sola área.

En las salas de operaciones y de partos las tomas estarán dispuestas junto con las de aire comprimido, óxido nitroso y electricidad.

Oxido Nitroso :

Este tipo de gas es usado en las Salas de Operaciones como anestésico. La ventaja es que no produce riegos de explosión en los Quirófanos.

La central de abastecimiento de óxido nitroso tiene las mismas características del oxígeno.

Aire Comprimido :

Se obtiene mediante compresores, el aire comprimido tiene que ser seco, limpio y libre de aceite. Deberá estar dotado de un sistema de purificación secado y enfriamiento de aire. Se podrá ubicar en la Sala de Máquinas.

Vacío o Succión :

Dado a la obstrucción de las tuberías nos es aconsejable disponer de instalaciones de succión, siendo recomendable el uso de inyectores accesorios que provoca la succión.

INSTALACIONES ELECTRICAS

Deberá registrarse a lo especificado en el **TÍTULO IX** "Instalaciones Eléctricas, Mecánicas Y Especiales" del Reglamento Nacional de Construcciones.

Los servicios eléctricos para hospitales comprende:

- Sub - estación eléctrica
- Servicio de Emergencia
- Alumbrado y Fuerza
- Intercomunicadores
- Servicio Telefónico
- Buscapersonas
- Música y Sonido
- Circuito cerrado (TV)
- Navegación Aérea

Sub Estación

Estará ubicado en una zona de fácil acceso de preferencia en el patio de Servicios Generales.

El ambiente de la Sub Estación deberá contar con una buena ventilación y el área de ventilación será de 20 cm² por KVA y no menor de 930 cm².

Servicio de Emergencia

Se contará con equipos o grupos electrógenos de acceso automático y se ubicarán en ambientes cercanos a la sub estación.

La salida de los gases estará previsto de un silenciador.

El servicio de emergencia deberá estar conectado a los siguientes circuitos:

- . Circulación, salidas y escaleras
- . Ascensores para transporte de pacientes y montacargas para transportes de medicinas y comidas
- . Intercomunicadores, sistema de buscapersonas y teléfonos.
- . Sistema de alarmas contra incendio
- . Funcionamiento de los sistemas de oxígeno y óxido nitroso
- . Salas de operaciones y de partos
- . En la casa de maquinarias se contará con el 100% de iluminación si el área es menor de 100 m² y el 50% si el área es mayor.
- . En las Salas de Hospitalización
- . En las Estaciones de Enfermeras
- . Del 30% al 50% en la Central de Esterilización y Equipos, Banco de Sangre, Farmacia, Almacén, Cocina General y Lavandería.

Instalaciones de Aire Acondicionado

Se instalará Sistemas de Aire Acondicionado en todos los locales que se requiera condiciones de Asepsia Rigurosa: Sala de Operaciones.

En la Cocina y Lavandería el sistema será por extractores de renovación de aire.

Sistemas de Ventilación

1. Ventilación, Inducción y Extracción
2. Refrigeración
3. Calefacción
4. Acondicionamiento de Aire:
 - . Unizona
 - . Multizona
 - . Individuales
 - . Inducción.

Ascensores :

Generalmente atenderán a las personas, pudiendo considerar el uso de montacargas para transporte de materiales y/o equipos, en este caso se calculará su capacidad para atender al 8% de la población a servir; cuando no se cuente con montacargas la capacidad será del 12% de la población a servir.

Para cada 100 camas se requiere un ascensor.

No se permite la apertura de los ascensores directamente a los pasillos, en las Unidades de Internamiento y Tratamiento.

La cabina del ascensor para pacientes será de 2.20 metros por 1.20 metros.

Las puertas serán corredizas con un ancho de 1.10 metros.

Los Vestíbulos que dan acceso a los elevadores deberán tener una dimensión mínima de 3 metros desde la puerta del ascensor hacia la pared del frente.

Montacargas :

Su uso es para no sobrecargar los ascensores y poder transportar el material limpio, el mismo que debe circular separado del material usado (sucio).

Estos deberán abrirse hacia un recinto techado y especial, nunca hacia los pasadizos.

Se podrán instalar intercomunicador en la cabina del montacargas.

ANEXO - 002. Categorías de los establecimientos de salud

Proyecto NIS N° 021-MINSA / DGSP-V.02 "Categorías de Establecimientos del Sector Salud"

NORMA TÉCNICA DE SALUD

"CATEGORIAS DE ESTABLECIMIENTOS DEL SECTOR SALUD" V.02

1. FINALIDAD

Contribuir a la organización de los servicios de salud estableciendo las categorías de establecimientos de salud para cada nivel de atención, para mejorar el desempeño del sistema de salud.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Establecer el marco técnico normativo para el proceso de categorización de los establecimientos del Sector Salud.

2.2. Objetivos Específicos

- 2.2.1. Definir las categorías de establecimientos para el Sector Salud.
- 2.2.2. Definir las características técnicas necesarias para establecer la complejidad de cada categoría.

3. AMBITO DE APLICACION

Las disposiciones contenidas en esta Norma Técnica son de aplicación en los establecimientos de salud públicos y privados del Sector Salud, incluyendo a los de EsSalud, las Fuerzas Armadas, la Policía Nacional del Perú, los Gobiernos Regionales y los Gobiernos Locales.

4. BASE LEGAL

- Ley N° 26842 - Ley General de Salud.
- Ley N° 27657 - Ley del Ministerio de Salud.
- Ley N° 27867 - Ley Orgánica de Gobiernos Regionales.
- Ley N° 27813 - Ley del Sistema Nacional Coordinado y Descentralizado de Salud.
- D. S. N° 013-2002-SA. Aprueba Reglamento de la Ley N° 27657, Ley del Ministerio de Salud.
- D. S. N° 023-2005-SA. Aprueba Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Salud.
- D. S. N° 024-2005-SA. Aprueba "Identificaciones Estándar de Datos en Salud".
- D. S. N° 013-2006-SA. Aprueba el Reglamento de Establecimientos de Salud y Servicios Médicos de Apoyo.
- R. M. N° 638-2003-SA/DM. Aprueba el Documento "Delimitación de las Direcciones de Salud, Direcciones de Red de salud y Microrredes de Salud del Ministerio de Salud".

Proyecto NIS N° 021-MINSA / DGSP-V.02 "Categorías de Establecimientos del Sector Salud"

7.5 CATEGORIA II – 1

Definición y Características.-

Establecimiento de Salud del segundo nivel de atención, responsable de satisfacer las necesidades de salud de la población de su ámbito jurisdiccional, a través de una **atención integral ambulatoria y hospitalaria en cuatro especialidades básicas: medicina interna, ginecología, cirugía general y pediatría**; con acciones de promoción de la salud, prevención de riesgos y daños, recuperación y rehabilitación de problemas de salud. Además, deben contar con la especialidad médica de **anestesiología**.

Los establecimientos de salud públicos de esta categoría, tienen un ámbito de acción con población referencial y excepcionalmente, con población asignada, cuando éstos son la única oferta de servicios de salud de su institución.

Los establecimientos de salud que pertenecen a esta categoría deben contar con un equipo de salud que garantice el funcionamiento de las unidades productoras de servicios correspondientes, constituido por:

| Equipo de salud mínimo |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Médico Internista. • Pediatra. • Gineco-obstetra. • Cirujano general. • Anestesiólogo. • Odontólogo. • Químico farmacéutico. • Lic. en obstetricia. • Lic. en enfermería. • Lic. en psicología. • Lic. en trabajo social. • Lic. en nutrición. • Tecnólogo médico. • Técnico de enfermería. • Técnico de laboratorio. • Técnico de farmacia. • Técnico de estadística. • Profesional y Técnico administrativo. • Técnico de servicios generales. |

Funciones generales.-

a) **Promoción de la Salud:**

Igual a lo consignado en la categoría anterior.

b) **Prevención de la enfermedad:**

Proyecto NIS N° 021-MINSA / DGSP-V.02 "Categorías de Establecimientos del Sector Salud"

Además de lo consignado en la categoría anterior incluye:

- Vigilancia y Control de Infecciones Intra hospitalarias.
- Prevención y detección precoz de enfermedades no transmisibles crónico degenerativas prevalentes en la zona.

c) Recuperación de la salud:

- Diagnóstico y tratamiento de los problemas de salud de la población de su ámbito jurisdiccional y referencial, según sea el caso al nivel de complejidad correspondiente.
- Atención de emergencias, manejo, referencia y contrarreferencia de los mismos según sea el caso al nivel de complejidad correspondiente.

d) Rehabilitación de la Salud:

Además de lo consignado en la categoría anterior:

- Participación activa en la rehabilitación de las personas y su integración en el desarrollo normal de sus actividades.

e) En lo Gerencial:

- Formular, ejecutar y evaluar el Plan Estratégico y Plan Operativo Institucional.
- Planificar y ejecutar actividades de capacitación e investigación de acuerdo a las necesidades intra y extrainstitucional.
- Establecer un sistema de información gerencial.
- Disponer de la información para estimar la demanda de servicios de la comunidad y necesidades de recursos.
- Mantener comunicación y coordinación continua con los establecimientos de salud de la red de servicios, según normas establecidas y con los organismos de desarrollo integral de su comunidad.
- Notificación de Mortalidad general, materna, fetal, neonatal y peri natal e infantil
- Implementar el Sistema de Referencia y Contrarreferencia
- Implementar el Sistema de Gestión de la Calidad.
- Organizar la red de vigilancia comunal.

Unidades Productoras de Servicios.-

a) Salud Comunitaria y Ambiental.

Igual a lo consignado en la categoría anterior.

b) Consulta Externa.

Área funcional dedicada a la atención integral ambulatoria de los usuarios mediante actividades de promoción, prevención, protección, recuperación y rehabilitación de la salud.

- **Recursos humanos.** Cuenta con médico de las cuatro especialidades básicas: Cirugía, Pediatría, Gineco obstetricia y Medicina Interna y otros profesionales de la salud.
- **Infraestructura.** Áreas específicas destinadas a la atención de consulta externa por especialidades médicas y de otros profesionales de la salud.
- **Recursos materiales.** Cuenta con mobiliario, equipo e instrumental necesario de acuerdo a la especialidad del profesional que brinda la atención.

Proyecto NIS N° 021-MINSA / DGSP-V.02 "Categorías de Establecimientos del Sector Salud"

- **Organización.** La consulta externa deberá brindarse diariamente con turnos establecidos de acuerdo al volumen y características de la demanda.
- **Capacidad Resolutiva.** Se realizará la entrevista, evaluación clínica, prescripción, procedimientos médico quirúrgicos y otros, a través de las cuatro especialidades básicas, dirigidos a la satisfacción de las principales necesidades de salud de la población de su ámbito.

c) **Emergencia.**

Área funcional organizada permanentemente para la atención inmediata de pacientes en situación de emergencia, de acuerdo a normatividad vigente.

- **Recursos humanos.** Cuenta con un equipo de profesionales de la salud dirigido por un médico especialista según sea el caso.
- **Infraestructura.** Cuenta con un área de evaluación específica destinada a la atención inmediata de emergencias y camas de observación diferenciadas como mínimo por género. Podrán contar con una Unidad de Cuidados Intermedios o Intensiva, según demanda.
- **Recursos materiales.** Cuenta con medicamentos, insumos, equipos, instrumental y mobiliario necesarios para garantizar la atención de los pacientes en situación de emergencia.
- **Organización.** La atención debe brindarse diariamente durante 24 horas, garantizando la disponibilidad de los servicios de apoyo al diagnóstico y tratamiento necesarios.
- **Capacidad Resolutiva.** Atención de emergencias y su referencia a otros niveles de complejidad según sea el caso, luego de su estabilización.

d) **Hospitalización.**

Área funcional destinada a brindar los cuidados necesarios a los usuarios que requieren ser internados por más de 24 horas para recibir manejo y tratamiento médico o quirúrgico.

- **Recursos humanos.** Cuenta con profesional médico y no médico las 24 horas, complementado con otros profesionales de la salud y técnicos.
- **Infraestructura.** Áreas específicas destinadas al hospedaje y atención de los pacientes, diferenciados por género y edad de acuerdo a los criterios establecidos.
- **Equipamiento.** Cuenta con mobiliario y camas aptas para el alojamiento de los pacientes de acuerdo al volumen de la demanda local, así como el equipamiento que garantice su estadía y atención.
- **Organización.** La hospitalización deberá garantizar el cuidado adecuado de los pacientes durante las veinticuatro horas del día, garantizando la disponibilidad de servicios de apoyo y tratamiento necesarios.
- **Capacidad Resolutiva.** Atención hospitalaria en las cuatro especialidades básicas, por profesionales de la salud, requeridas por los pacientes hospitalizados.

e) **Epidemiología.**

Área funcional, donde se realizan las actividades concernientes a la vigilancia epidemiológica hospitalaria y de enfermedades prevalentes de la zona.

Proyecto NIS N° 021-MINSA / DGSP-V.02 "Categorías de Establecimientos del Sector Salud"

- **Recursos.** Cuenta con profesionales de la salud capacitados en el área.
- **Infraestructura.** Áreas específicas destinadas a realizar actividades administrativas y de investigación y control epidemiológico.
- **Equipamiento.** Cuenta con equipos informáticos y medios de comunicación para procesamiento de información y comunicación inmediata de notificación epidemiológica.
- **Organización.** Deberá asegurar la oportunidad de la información para prevención y control de cualquier daño o riesgo.
- **Capacidad Resolutiva.** Se realiza el análisis epidemiológico del ámbito de la influencia del establecimiento y la evaluación periódica de las acciones tomadas para mejorar la situación de salud de la población. Monitoreo de la incidencia y prevalencia de infecciones intrahospitalarias, recomendando las medidas correspondientes para su control.

f) Centro Quirúrgico.

Área funcional organizada para la realización de intervenciones y procedimientos quirúrgicos. Además deberá contar con área de recuperación de manera complementaria.

- **Recursos humanos.** Cuenta con médico anestesiólogo y médicos especialistas (Cirugía General y Gineco obstetricia), asistidos por profesional de enfermería y técnicos competentes..
- **Infraestructura.** Área específica destinada a la realización de las intervenciones quirúrgicas según los estándares definidos para tal fin.
- **Recursos materiales.** Cuenta con mobiliario, equipos, instrumental, necesarios para garantizar el adecuado procedimiento quirúrgico.
- **Organización.** El área deberá garantizar la disponibilidad de la sala operaciones mediante la programación de turnos diurnos, nocturnos y retenes garantizando la disponibilidad de servicios de apoyo al diagnóstico y tratamiento para atenciones programadas o de emergencia.
- **Capacidad Resolutiva.** Se realizarán intervenciones quirúrgicas, que implican procedimientos de anestesia local, regional y general. Las intervenciones quirúrgicas estarán comprendidas de acuerdo a la Directiva de Clasificación de Procedimientos Quirúrgicos del MINSA.

g) Centro Obstétrico.

Área funcional organizada para la atención de partos eutócicos, distócicos y del recién nacido.

- **Recursos humanos.** Cuenta con médico Gineco-obstetra, médico pediatra, obstetra, profesional y técnicos de enfermería competentes.
- **Infraestructura.** Cuenta con áreas específicas destinadas al monitoreo y la atención del parto y del recién nacido, de acuerdo a normas establecidas y considerando las particularidades culturales de la población:
 - Área de dilatación.
 - Área de atención de partos.
 - Área de atención inmediata del recién nacido.
 - Sala de alojamiento conjunto o de puerperio.

Proyecto NIS N° 021-MINSA / DGSP-V.02 "Categorías de Establecimientos del Sector Salud"

- **Recursos materiales.** Cuenta con mobiliario, equipos, instrumental, necesarios para la monitorización y atención segura del parto, así como las maniobras de reanimación del recién nacido y de la puerpera inmediata.
- **Organización.** Deberá garantizar el funcionamiento del servicio durante 24 horas.
- **Capacidad Resolutiva.** Se realizará la atención especializada del parto eutócico y distócico, así como el diagnóstico, estabilización y referencia del embarazo, parto y puerperio de alto riesgo o con complicaciones severas.

h) Esterilización.

Área funcional organizada para la realización de procedimientos de esterilización y desinfección de los materiales e insumos mediante medios físicos y químicos.

- **Recursos humanos.** Cuenta con profesional de enfermería y técnicos de enfermería competentes.
- **Infraestructura.** Área específica para los procedimientos de preparación de materiales, esterilización y almacenaje.
- **Recursos materiales.** Cuenta con mobiliario y equipos para la esterilización física y química.
- **Organización.** Deberá garantizar la disponibilidad de material estéril para los procedimientos médicos y quirúrgicos pertinentes de otras unidades productoras de servicios.
- **Capacidad Resolutiva.** Esterilización y desinfección de los materiales e insumos mediante medios físicos (calor húmedo) o químicos (líquido y gas).

i) Farmacia.

Área funcional donde se realiza el suministro y almacenamiento de medicamentos, insumos y material médico.

- **Recursos humanos.** Cuenta con Químico farmacéutico y técnicos de farmacia.
- **Infraestructura.** Área específica para la dispensación y almacenaje de los medicamentos e insumos en forma adecuada y según las especificaciones de la Dirección General de Medicamentos, Insumos y Drogas (DIGEMID).
- **Recursos materiales.** Se deberá contar con mobiliario y equipo para la conservación y dispensación adecuada de los medicamentos e insumos.
- **Organización.** La atención deberá garantizarse durante 24 horas.
- **Capacidad Resolutiva.** Se tendrá la capacidad para atender los requerimientos de medicamentos e insumos de los usuarios de acuerdo a su petitorio.

j) Medicina de Rehabilitación.

Área funcional destinada al restablecimiento de los pacientes que presentan alguna deficiencia o discapacidad física, mental o sensorial temporal o permanente. La atención se hará en forma ambulatoria y a pacientes hospitalizados. Pueden brindar atención dentro del marco de RBC (Rehabilitación con base comunitaria).

- **Recursos humanos.** Cuenta con Tecnólogo Médico en terapia física y rehabilitación.
- **Infraestructura.** Área específica para el tratamiento y rehabilitación de los pacientes según sea el caso.

Proyecto NTS N° 021-MINSA / DGSP-V.02 "Categorías de Establecimientos del Sector Salud"

- **Equipamiento.** Se deberá contar con los equipos necesarios para terapia física y rehabilitación.
- **Organización.** La atención deberá garantizarse de acuerdo a la demanda.
- **Capacidad Resolutiva.** Se realizarán procedimientos destinados a recuperar las funciones físicas perdidas o disminuidas como consecuencia de algún daño o injuria y la capacidad de organizar la RBC.

k) Diagnóstico por Imágenes.

Área dedicada a la ejecución y procesamiento de los estudios realizados por métodos radiológicos y ultrasonido organizada de manera apropiada para garantizar la oportunidad de los resultados de apoyo al diagnóstico de las especialidades respectivas.

- **Recursos humanos.** Cuenta con médico capacitado y tecnólogo médico en radiología.
- **Infraestructura.** Área específica y segura para la toma de placas radiográficas o ecografías, de acuerdo a las normas establecidas por el IPEN.
- **Equipamiento.** Cuenta con los equipos adecuados para realizar los procedimientos de diagnóstico por imágenes que garanticen la seguridad del paciente y del trabajador.
- **Organización.** La atención deberá realizarse diariamente durante 24 horas.
- **Capacidad Resolutiva.** Procedimientos de Radiodiagnóstico y exámenes ecográficos.

l) Patología Clínica (Laboratorio Clínico).

Son servicios de apoyo al diagnóstico en el que se toma, recibe, procesa muestras biológicas y se emite y valida resultados de los exámenes o ensayos.

- **Recursos humanos.** Cuenta con médico especialista en Patología Clínica, tecnólogo médico en laboratorio y técnicos de laboratorio.
- **Infraestructura.** Área específica para la toma y procesamiento de muestras de acuerdo a las normas establecidas de bioseguridad.
- **Equipamiento.** Cuenta con mobiliario, equipos e insumos necesarios para realizar la toma y procesamientos de muestras.
- **Organización.** La atención deberá garantizarse diariamente durante 24 horas.
- **Capacidad Resolutiva.** Se harán pruebas hematológicas, exámenes inmunológicos, microbiológicos, bioquímicos especificados en las normas del Ministerio de Salud.

m) Centro de Hemoterapia y Banco de Sangre.

Cuenta con un Centro de Hemoterapia Tipo I, de acuerdo a las normas del Programa Nacional de hemoterapia y Bancos de Sangre (PRONAHEBAS).

- **Recursos humanos.** Cuenta con personal de acuerdo a normas del PRONAHEBAS.
- **Infraestructura.** Área específica para las actividades del servicio según las normas del PRONAHEBAS.
- **Equipamiento.** Se deberá contar con los equipos necesarios de acuerdo a las normas del PRONAHEBAS.

Proyecto NTS N° 021-MINSA / DGSP-V.02 "Categorías de Establecimientos del Sector Salud"

- **Organización.** La disponibilidad será 24 horas del día de forma ininterrumpida.
- **Capacidad Resolutiva.** Conservación y transfusión de sangre humana, componentes y derivados procedentes de un Centro de Hemoterapia y Banco de Sangre tipo II, según normas del PRONAHEBAS. Participación activa en la Promoción de la Donación Voluntaria de Sangre.

n) Nutrición y Dietética.

Área funcional dedicada a la preparación, evaluación y control de los regímenes dietéticos, garantizando su oportunidad.

- **Recursos humanos.** Cuenta con nutricionista.
- **Infraestructura.** Área específica para preparación y conservación de los regímenes dietéticos de los pacientes.
- **Equipamiento.** Cuenta con mobiliario, equipo para las actividades del servicio.
- **Organización.** La atención deberá garantizarse diariamente en turnos establecidos.
- **Capacidad Resolutiva.** Se verificará la calidad y conformidad de las dietas de acuerdo a las indicaciones y necesidades para cada paciente en consulta externa, hospitalización, proyectándose a Redes, Microredes y la comunidad

o) Trabajo Social.

Área funcional encargada del estudio, diagnóstico e investigación de riesgos y determinantes socio económicos que favorecen o interfieren en la salud de las personas, la familia y la comunidad, así como del apoyo de actividades de Referencia y Contrarreferencia de los usuarios.

- **Recursos humanos.** Cuenta con profesional en trabajo social.
- **Infraestructura.** Área específica para las entrevistas correspondientes
- **Equipamiento.** Cuenta con mobiliario para las actividades del servicio.
- **Organización.** La atención deberá garantizarse 12 horas del día como mínimo.
- **Capacidad Resolutiva.** Realizará actividades de diagnóstico y evaluación socioeconómica de la población de la jurisdicción y de los usuarios de los servicios del Establecimiento. Se constituye como apoyo y facilitador de las actividades relacionadas al aseguramiento y a la referencia y contrarreferencia de pacientes, así como de la respuesta social de la comunidad.

p) Dirección.

A cargo del profesional médico según la normatividad vigente.

q) Administración.

Cuenta con personal que realiza las siguientes acciones: economía, tesorería, administración de personal, compras, almacenaje y distribución de suministros.

r) Registros médicos y estadística en salud.

Cuenta con profesional o técnico de estadística con capacitación en registros médicos. Prepara, actualiza y archiva las fichas y registros; colecta, tabula, analiza e informa los datos estadísticos. Es responsable del Sistema de Información en salud. Además organiza la admisión de los usuarios a los diferentes servicios.

s) Servicios Generales.

Cuenta con servicios generales, lavandería, limpieza, vigilancia, y transporte. Asimismo realizan mantenimiento preventivo y recuperativo del edificio y equipos del establecimiento de salud.

Si bien no existen otras unidades productoras organizadas como tales, en los establecimientos de la categoría II -1, se deben realizar las siguientes actividades:

Anatomía Patológica: Realizan necropsias, toma de muestras para biopsias y estudios citológicos.

Neonatología: Realizan procedimientos de atención del recién nacido de alto riesgo.

Comunicaciones y atención al usuario: Es el órgano de apoyo encargado de administrar la comunicación interna y externa, relaciones públicas, prensa, publicidad institucional, marketing y comunicación para la salud.

- **Recursos humanos:** Cuenta con un comunicador social o técnico capacitado.
- **Infraestructura.** Área específica para la atención al público y para los procedimientos de la especialidad.
- **Equipamiento.** Cuenta con mobiliario, insumos, equipos y medios de comunicación (internet, intranet, etc).
- **Organización.** La atención deberá garantizarse diariamente en turnos establecidos y la disponibilidad en situaciones de crisis será de acuerdo al requerimiento de la misma.
- **Capacidad Resolutiva.** Realizará procedimientos comunicacionales, de acuerdo a las disciplinas de la especialidad. Realizará actividades de atención y orientación al usuario y al público en general.

Capacidad Resolutiva Cualitativa.-

Los establecimientos de la categoría II-1, están en la capacidad de brindar servicios de atención integral ambulatoria, de emergencia y hospitalaria de daños de baja complejidad en las especialidades básicas.

a) Atenciones de Salud

Atenciones a la demanda.

Grupos de Daños Trazadores de Baja Complejidad:

| |
|--|
| Diabetes mellitus no complicada. |
| Enfermedades Infecciosas intestinales complicadas. |
| Neumonías complicadas |
| Estado asmático |
| Infecciones del sistema urinario complicadas |
| Complicaciones del Embarazo, Parto y Puerperio |
| Embarazo terminado en Aborto |
| Embarazo de alto riesgo |
| Trastornos benignos de la mama |
| Enfermedades inflamatorias de los órganos pélvicos femeninos |
| Prolapso genital femenino |

Proyecto NIS N° 021-MINSA / DGSP-V.02 "Categorías de Establecimientos del Sector Salud"

| |
|--|
| Displasia del cuello uterino |
| Trastornos menopáusicos y perimenopáusicos |
| Infecciones virales caracterizadas por lesiones dérmicas complicadas |
| Parasitosis intestinales complicadas |
| Hernias |
| Abdomen agudo quirúrgico |
| Enfermedades del Apéndice |
| Colecistitis |
| Pancreatitis aguda no complicada |
| Fracturas cerradas de huesos largos |

Atenciones Programáticas.

Igual a las consignadas en la categoría anterior, se agrega la atención de parto por cesárea y manejo de complicaciones del embarazo, parto y puerperio de alta complejidad. Además se agrega el manejo sindrómico de los problemas geriátricos en la etapa de vida Adulto mayor.

7.6. CATEGORIA II – 2

Definición y Características.-

Establecimiento de Salud del segundo nivel de atención, responsable de satisfacer las necesidades de salud de la población de su ámbito y referencial, brindando **atención integral ambulatoria y hospitalaria básica y de otras especialidades**; con énfasis en la recuperación y rehabilitación de problemas de salud.

Los establecimientos del Ministerio de Salud tienen población referencial regional de las redes de salud y establecimientos de categoría II -1 de su jurisdicción. En las ciudades donde no existan establecimientos categoría II-1 o del primer nivel de atención, podrán tener población asignada directa.

Los establecimientos de salud que pertenecen a esta categoría deben contar con un equipo de salud que garantice el funcionamiento de las unidades productoras de servicios correspondientes, constituido por:

ANEXO - 003. Equipos cocina hospitalaria centralizada marmitas a vapor



Marmita a Vapor

) *Pasteurización lenta y homogeneidad en el producto final.*

| | |
|---------------------|--|
| Marca: | CITALSA |
| Referencia: | MV50 - MV100 - MV200 |
| Procedencia: | Colombia |
| Materiales: | Construido 100% en acero inoxidable tipo AISI 304. |
| Acabado: | Acero pulido. |
| Capacidad: | 50 - 100 - 200 Litros. |

Función: Las marmitas de la serie MV son utilizadas en la industria de procesamiento de alimentos para realizar diferentes procesos en los que se involucren transferencias de calor de forma indirecta, entre éstos procesos se encuentran, elaboración de arequipe, leche condensada, salsas, además también se pueden realizar procesos de pasteurización lenta y procesos de cocción de alimentos entre otros.

Descripción: La marmita MV, está conformada por una estructura construida en su totalidad en acero inoxidable AISI 304, el cuerpo tiene forma tori esférica (cilindro rematado en esfera), en la parte inferior posee una chaqueta que le permite realizar una transferencia térmica de forma indirecta. La chaqueta tiene una entrada de vapor y una salida de condensado para retorno a la caldera.
El equipo cuenta con un sistema de agitación conformado por un moto-reductor y una serie de espas posicionada de forma

escalonada para realizar un barrido completo al momento de realizar el proceso de agitación, en la parte superior el moto reductor se conecta a un sistema que permite levantarlo en caso de que se desee evacuar el producto procesado, este sistema está conformado por un winche, un sistema de poleas y un cable acerado. La marmita posee un sistema de volcamiento conformado por un reductor y un par de chumaceras, este sistema permite girar la marmita para realizar una descarga completa del producto.



○ Marmita a Vapor CI TALSA



Línea Agroindustrial

www.citalsa.com



Marmita a Vapor

Características: Capacidad para procesar de 50 a 200 litros de producto. (Dependiendo del modelo)

Sistema de agitación a 16 RPM.

Arrancador directo.

Sistema ingreso de vapor y retorno a la caldera.

Sistema de volcado manual por medio de un reductor.

Sistema de levantamiento del motor-reductor por medio de winche.

Ventajas:

- La serie MV está diseñada pensando en la comodidad del operario, es por eso que su diseño implementa un alto grado de ergonomía.
- El sistema de volcado que posee el equipo, facilita la evacuación de la totalidad del producto que se esté procesando.
- El sistema de levantamiento de aspas permite realizar de una forma eficiente y cómoda la limpieza del interior del equipo.
- Posee un sistema de agitación que permite un alto grado de homogeneidad en la temperatura del producto.
- Se pueden controlar de forma manual los tiempos de agitación mediante el sistema de arranque directo.
- La implementación de un sistema de retorno de condensado a la caldera conlleva a ahorros de energía en la producción del vapor.

- El sistema de aspas se encuentra de forma escalonada, lo que permite que el raspado de las paredes sea completo y no se quemé el producto.

- Posee tapas que permite que en procesos como la pasteurización no se presente recontaminaciones al aislar el producto de medio.

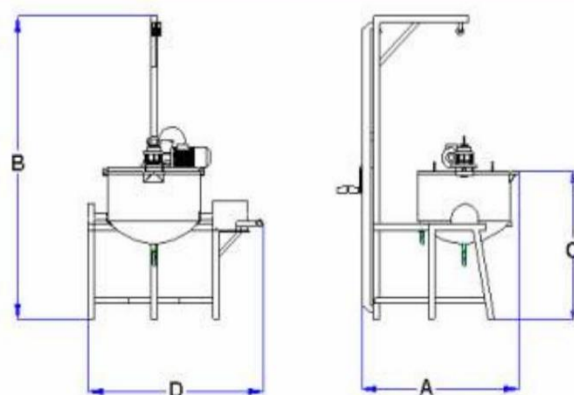
Controles: El equipo posee un sistema de arranque directo que permite controlar el inicio y la finalización del proceso de agitación.

Opcional: Variador de velocidad para agitador.

Requerimientos: Suministro de vapor a 20 PSI.
Conexión de energía a 220 V trifásico.

Nota: Las especificaciones de este equipo pueden variar sin previo aviso.

DIAGRAMA



Línea Agroindustrial

www.citalisa.com



Marmita a Vapor

DIMENSIONES

| MODELO | A (mm) | B (mm) | C (mm) | D (mm) |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| MV50 | 1169 | 1800 | 881 | 1124 |
| MV100 | 1208 | 2000 | 995 | 1235 |
| MV200 | 1353 | 2400 | 1069 | 1190 |

CONSUMOS

| MODELO | CONSUMO VAPOR lb/h | CONSUMO ELECTRICO. (KW) |
|--------|--------------------|-------------------------|
| MV50 | 94.7 | 0.74 |
| MV100 | 128 | 0.74 |
| MV200 | 169 | 0.74 |

Kit Repuestos

| Referencia | Descripción | Cantidad |
|------------|------------------------------------|----------|
| 20630013 | Válvula de seguridad para marmitas | 1 |
| 70030011 | Filtro en y de 1/2 npt. | 1 |
| 70060268 | Válvula de globo de 1/2" de bronce | 1 |

| | Referencia |
|-----|------------|
| Kit | 09430038 |

Línea Agroindustrial

COMPOSICION DE LA GAMA

Aparatos ideales para la cocción en agua de carnes, pescados, verduras, tubérculos, pasta, etc., o para la cocción de alimentos líquidos o densos (caldos, leche, sopas, cremas, etc.), sin problemas de requemado del fondo. Todos los modelos van dotados de los dispositivos de seguridad previstos en la normativa actualmente en vigor. Una gama fiable, funcional, con seguridad operativa, robusta y fácil de limpiar. La gama se compone de 4 modelos a vapor con capacidad de cuba de 100 a 500 lt.



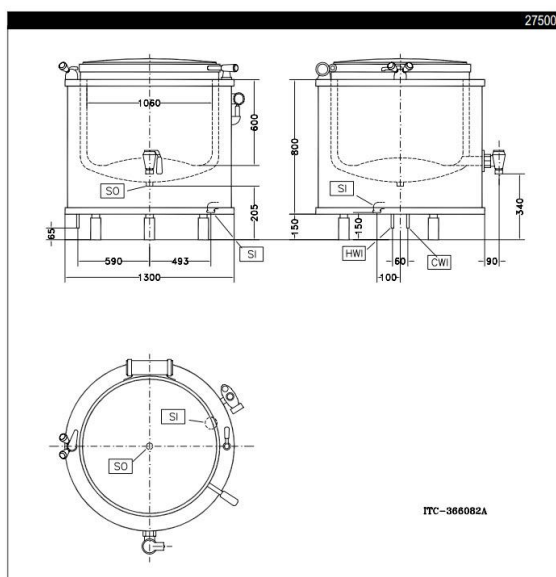
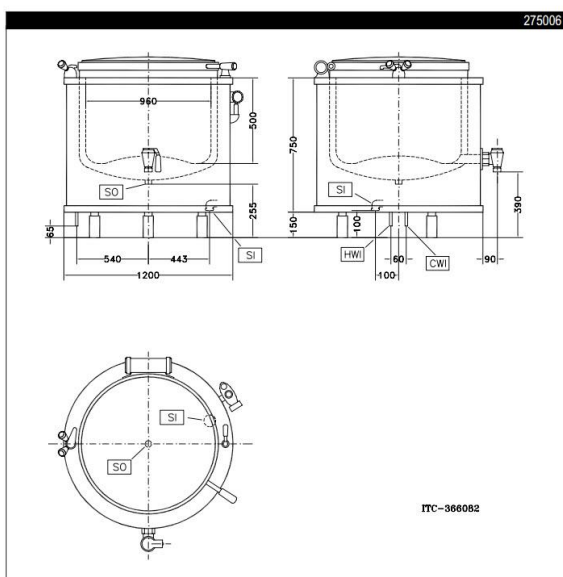
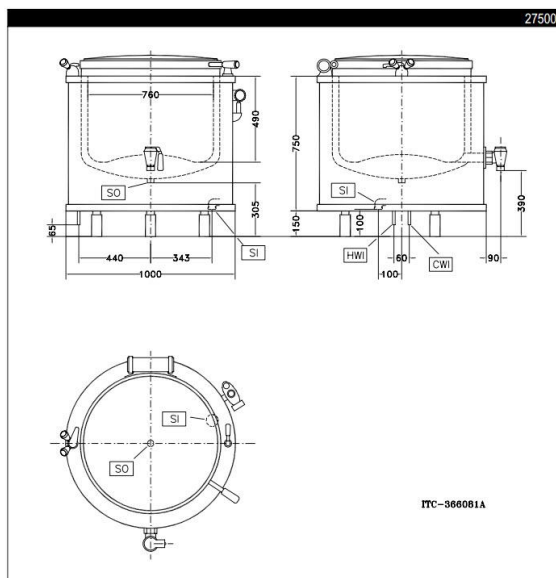
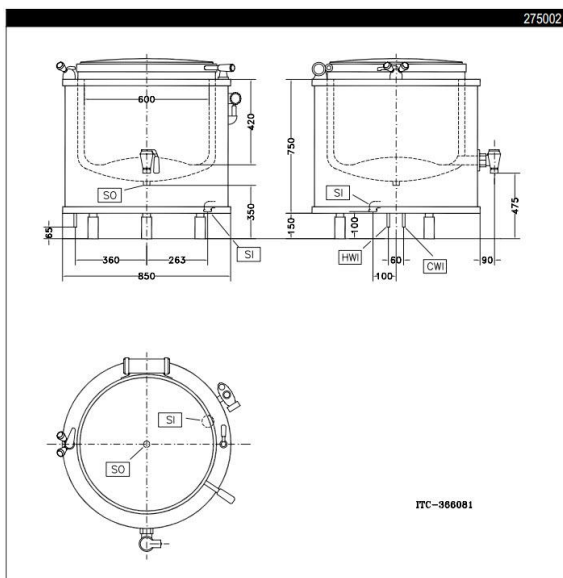
PV101

MARMITAS A VAPOR ZANUSSI PROFESSIONAL

CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS Y FUNCIONALES

- ◆ Cuba, cámara intermedia, tapa y envolvente exterior en acero inoxidable AISI 304 con espesor variable según capacidad de 20 a 25/10. Envolvente exterior desmontable para permitir la inspección de los componentes internos.
- ◆ Fondo cuba en AISI 316 de espesor variable de 20 a 35/10 según capacidad, tratado para garantizar una buena resistencia a la corrosión.
- ◆ Estructura soporte en acero inoxidable AISI 304 sobre patas regulables también en acero inoxidable.
- ◆ Tapa dotada de tirador atérmico y perfilada para impedir condensaciones al exterior del recipiente. Bisagra en bronce cromado con sistema de muelles a tensión regulable que aseguran la compensación necesaria.
- ◆ Calentamiento a vapor a presión nominal de 0,45 bar.
- ◆ Grifo mezclador de agua fría y caliente en bronce cromado con carga de tubo orientable.
- ◆ Grifo de descarga de la cuba de 2" para un rápido vaciado de la misma.
- ◆ Filtro de acero inoxidable en la descarga de la cuba.
- ◆ Manómetro de control de la presión en la intercámara.
- ◆ Válvula de depresión para la salida de aire de la intercámara.
- ◆ Válvula de seguridad pretratada a la presión máxima de 0,5 bar para la descarga de vapor de la intercámara cuando se alcanza el valor indicado.
- ◆ Aparatos homologados y marcados CE.

| DATOS TÉCNICOS CARACTERÍSTICAS | MODELOS | | | |
|-----------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | PV101 275002 | PV201 275004 | PV301 275006 | PV501 275008 |
| Dimensiones externas - mm | | | | |
| anchura | 850 | 1000 | 1200 | 1300 |
| profundidad | 980 | 1130 | 1330 | 1430 |
| altura | 900 | 900 | 900 | 950 |
| Peso neto - kg. | 135 | 150 | 230 | 310 |
| Consumo vapor (a 0,45 bar) - kg/h | | | | |
| para alcanzar la ebullición | 50 | 60 | 90 | 100 |
| para mantener la ebullición | 7 | 10 | 13 | 20 |
| Dimensiones recipiente - mm | | | | |
| diámetro | 600 | 760 | 960 | 1060 |
| altura | 760 | 760 | 710 | 600 |
| Presión de vapor - bar | 0,3, 0,45 | 0,3, 0,45 | 0,3, 0,45 | 0,3, 0,45 |



| MODELOS DE ACCESORIOS | | | | |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| ACCESORIOS | MODELOS | | | |
| | PV101 275002 | PV201 275004 | PV301 275006 | PV501 275008 |
| CESTO CUELAPASTAS MARMITA 100 LT | 925093 | | | |
| CESTO CUELAPASTAS MARMITA 200 LT | | 925095 | | |
| CESTO CUELAPASTAS MARMITA 300 LT | | | 925096 | |
| CESTO CUELAVERDURAS MARMITA 100/150 LT | 925171 | | | |
| CESTO VERDURAS MARMITA 200 LT | | 925173 | | |



Sartenes Basculantes y Marmitas

2009-08-24

Hacemos una introducción al tipo de sartenes basculantes y marmitas que podemos encontrar en el mercado y sus características. Este es el primer artículo de un ciclo sobre maquinaria en el que trataremos cada uno de los equipos necesarios en las cocinas centrales.



Para todos es familiar el término "**marmita**" puesto que es una de las herramientas más antiguas de las cocinas. Sin embargo ha pasado de ser una "*Olla de metal, con tapadera ajustada y una o dos asas*" a ser una máquina con control electrónico imprescindible en muchas cocinas y líneas de producción.

La evolución de la tecnología aplicada a la maquinaria de cocina dio paso a las sartenes basculantes. Inicialmente estos equipos ofrecían la ventaja de poder hacer bascular la cuba de forma manual para vaciar su contenido. En la actualidad la versatilidad de estos equipos está permitiendo mejorar las instalaciones y la gestión de los procesos en todo tipo de cocinas. Actualmente, la diferencia básica entre marmitas y sartenes basculantes radica en los usos a los que se puede destinar cada una.

Marmita

La función de las marmitas sigue siendo la misma: cocinar grandes volúmenes de fondos, caldos, bases y guisos que posteriormente se evacúan por el grifo ubicado en la parte inferior o mediante bomba. Además su fácil limpieza, los diseños compactos y la posibilidad de programarlas las convierten en las sustitutas imprescindibles de fogones y grandes ollas. Si bien es cierto que en algunas cocinas ya no son necesarias, en muchas instalaciones siguen siendo imprescindibles para poder optimizar la producción y organizar adecuadamente al personal, los horarios y los equipos necesarios. Antes de instalarla deberemos saber el uso que se le va a dar, el número que necesitamos y la capacidad de las mismas.



El mercado nos ofrece diferentes modelos de marmitas en función del uso al que vayan destinadas. Empezando por la fuente energética de alimentación tenemos disponibles modelos que funcionan con gas, modelos eléctricos y hasta modelos que funcionan con gas-oil. Además existen marmitas para usos concretos como son las de cocción de mariscos, marmitas con removedor o marmitas con sistema de abatimiento incluido.

Sartenes basculantes

Por otro lado están las sartenes basculantes que forman parte de la familia de equipos multifunción. A diferencia de las marmitas, estas máquinas pueden ser utilizadas como plancha, sartén, freidora, cocedero, marmita e, incluso, como olla a presión. De esta forma permite que las cocinas puedan prescindir de muchas de las máquinas que antes ocupaban espacio y como máximo se utilizaba una o dos veces al día. En base a una buena organización de la producción las sartenes basculantes son indispensables para reducir tiempos muertos, gastos de mantenimiento, de limpieza y de productos químicos, a la vez que mejoramos el ambiente laboral, la salud del personal y el aprovechamiento de los espacios.

En ambos casos estamos comprobando como el mercado cada vez nos ofrece soluciones mejor adaptadas a su uso diario. Un claro ejemplo es que la mayoría de fabricantes ya disponen de modelos con las cubas al aire y con los elementos calefactores integrados de forma que no se acumule suciedad en el interior de la máquina, que se pueda limpiar el suelo de debajo de la misma y que la limpieza de la cuba no afecte a las resistencias o distribuidores de calor.



Sartenes Basculantes y Marmitas by CocinasCentrales.com is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-No comercial-Sin obras derivadas 3.0 España License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/).



Artículos relacionados:

- [DISEÑO DE COCINAS \(I\): pasos previos](#)
- [DISEÑO DE COCINAS \(II\): proyectos y procesos](#)

ANEXO - 004. Equipos centrales de esterilización esterilizador a vapor



STERIVAP

esterilizador de vapor de gran capacidad para el cuidado de la salud



Precio Excelente – Utilización económica de los recursos



apor
apor del propio
por
apor del manantial
redicional
vapor del propio
por (original FED).
ón de vapor a la
fabricadas en acero
ándar, con válvulas

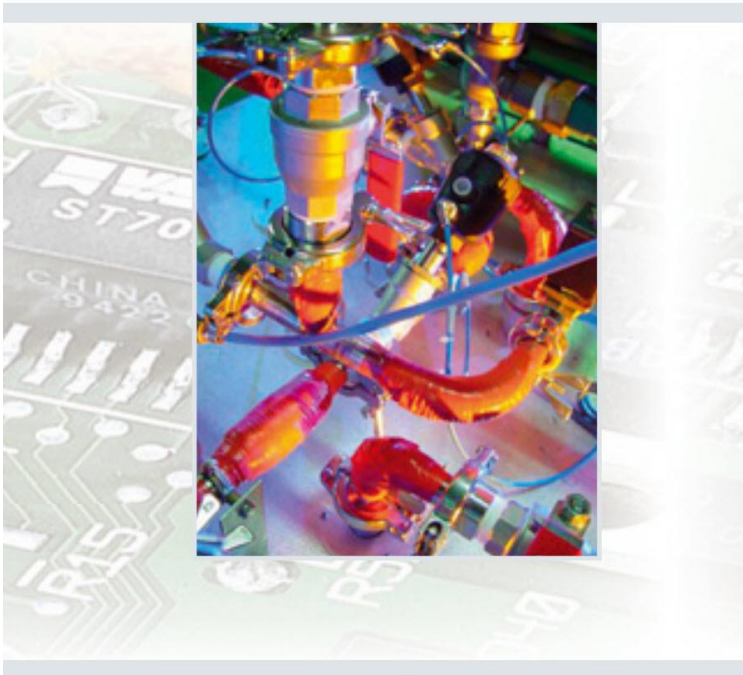
aisladas

silenciosa para mayor
los etapas en los
9)
ada del suministro de
álvula y la bomba de

- chapas de revestimiento del equipo en acero inoxidable reforzadas, en contraposición con las soluciones comunes, con un bastidor, para asegurar una larga vida de funcionamiento
- acceso fácil al equipo mediante dos paneles con puerta y cerradura con llave
- chapas de revestimiento de acero inoxidable reforzadas para un funcionamiento silencioso

Sistema inteligente para el ahorro de recursos

- recámara de doble camisa especial para que el curso del ciclo de esterilización sea mejor y más preciso, con un sistema de precalentamiento de la cámara independiente y estable, que reduce el consumo de agua desmineralizada en un 20 %



la aireación de la
(0,1 μm)
reducir la humedad
las tuberías son
sagüe
ertas para separación
zamiento vertical
oira, y puerta de
para los modelos

- dispositivo de ahorro de agua incorporado para la bomba de vacío, que reduce los costes de funcionamiento derivados del consumo en hasta un 80 %
- generador de vapor automático controlado por dos microprocesadores de gran potencia y construcción única, con desalinización automática, lo cual asegura cortos tiempos de los ciclos de esterilización y una fuente de

**Ventajas por
funcionamiento e**

es con esta
ción
tipo—
máximo al
strica
s de los
rimido, agua
i)
a mañana”
de su
ciende a la
n necesidad
calienta
leba de vacío.
El registro de
100.000 horas



del sistema
e con 21CFR

ámara

erie de

otella
peratura



STERIVAP – PARÁMETROS TÉCNICOS



| Modelo SP HP E | Dimensiones (Alt. x An x Prof.) [mm] | | Numero de unidades de esteriliza- ción (UTE) | Volumen de la cámara [l] | Peso [kg] | | Potencia máx. [kW] Fusible [A] | | Consumo máximo / 1 ciclo de esterilización | | | | |
|-------------------|---|----------------|---|-----------------------------|--------------|------|-----------------------------------|------|--|---|---------------|-------------------------|------------------------|
| | Cámara interior | Exterior | | | ED | FD | ED | FD | Agua [m ³] | Agua desmine- ralizada [m ³] | Vapor [kg] | Electricidad [kWh]** | Electricidad [kWh]* |
| 446 – 1 | 480x450x 700 | 1918x1200x 970 | 1 | 148 | 720 | 670 | 24,5/63 | 2/10 | 0,06 | 0,006 | 5,0 | 5,0 | 0,3 |
| 446 – 2 | 480x450x 700 | 1918x1200x 990 | 1 | 148 | 770 | 720 | 24,5/63 | 2/10 | 0,06 | 0,006 | 5,0 | 5,0 | 0,3 |
| 559 – 1 | 509x509x 990 | 1918x1200x1270 | *** | 254 | 910 | 850 | 24,5/32 | 2/6 | 0,07 | 0,008 | 7,0 | 6,0 | 0,3 |
| 559 – 2 | 509x509x 990 | 1918x1200x1290 | *** | 254 | 930 | 870 | 24,5/32 | 2/6 | 0,07 | 0,008 | 7,0 | 6,0 | 0,3 |
| 636 – 1 | 670x350x 700 | 1918x1000x 970 | 2 | 160 | 770 | 720 | 24,5/63 | 2/10 | 0,06 | 0,006 | 5,0 | 5,0 | 0,3 |
| 636 – 2 | 670x350x 700 | 1918x1000x 990 | 2 | 160 | 880 | 830 | 24,5/63 | 2/10 | 0,06 | 0,006 | 5,0 | 5,0 | 0,3 |
| 666 – 1 | 700x650x 690 | 1918x1300x 970 | 4 | 314 | 900 | 840 | 38/63 | 2/10 | 0,07 | 0,008 | 7,0 | 6,0 | 0,4 |
| 666 – 2 | 700x650x 690 | 1918x1300x 990 | 4 | 314 | 1000 | 940 | 38/63 | 2/10 | 0,07 | 0,008 | 7,0 | 6,0 | 0,4 |
| 669 – 1 | 700x650x 990 | 1918x1300x1270 | 6 | 453 | 1010 | 950 | 47/80 | 2/10 | 0,08 | 0,009 | 9,0 | 7,5 | 0,4 |
| 669 – 2 | 700x650x 990 | 1918x1300x1290 | 6 | 453 | 1080 | 1020 | 47/80 | 2/10 | 0,08 | 0,009 | 9,0 | 7,5 | 0,4 |
| 6612 – 1 | 700x650x1340 | 1918x1300x1620 | 8 | 610 | 1100 | 1000 | 48/80 | 3/10 | 0,09 | 0,011 | 11,0 | 9,0 | 0,6 |
| 6612 – 2 | 700x650x1340 | 1918x1300x1640 | 8 | 610 | 1260 | 1160 | 48/80 | 3/10 | 0,09 | 0,011 | 11,0 | 9,0 | 0,6 |
| 6618 – 2 | 700x650x1940 | 1918x1300x2240 | 12 | 885 | 1750 | 1500 | 66/100 | 4/16 | 0,20 | 0,013 | 15,0 | 15,0 | 1,4 |
| 9612 – 1 | 1000x650x1340 | 1918x1900x1620 | 12 | 868 | 1400 | 1160 | 66/100 | 4/16 | 0,20 | 0,013 | 15,0 | 16,0 | 1,4 |
| 9612 – 2 | 1000x650x1340 | 1918x1900x1640 | 12 | 868 | 1550 | 1400 | 66/100 | 4/16 | 0,20 | 0,013 | 15,0 | 16,0 | 1,4 |
| 9618 – 1 | 1000x650x1940 | 1918x1900x2220 | 18 | 1260 | 1950 | 1700 | 76/125 | 5/16 | 0,30 | 0,025 | 23,0 | 23,0 | 1,7 |
| 9618 – 2 | 1000x650x1940 | 1918x1900x2240 | 18 | 1260 | 2100 | 1850 | 76/125 | 5/16 | 0,30 | 0,025 | 23,0 | 23,0 | 1,7 |
| 9621 – 2 | 1000x650x2300 | 1918x1900x2600 | 21 | 1490 | – | 2400 | – | 5/16 | 0,40 | – | 26,0 | – | 2,0 |

Modelo 9612, 9618, 9621-2 – con puerta de deslizamiento horizontal
 Modelo xxxx-1 – modelo de una puerta, Modelo xxxx-2 – modelo de dos puertas
 Tensión – 3P/PE 400 V, 50/60 Hz
 Nivel de ruido máx. 78 dB
 Modelo 6618, 9612, 9618, 9621 – el generador de vapor está ubicado encima o al lado del esterilizador

* FD – alimentación a vapor
 ** ED – alimentación a vapor del propio generador de vapor
 FD ED – alimentación a vapor del manantial ajeno de vapor medicinal
 o alimentación a vapor del propio generador de vapor (original FED).
 *** el tamaño no es estándar para el sistema de contenedores



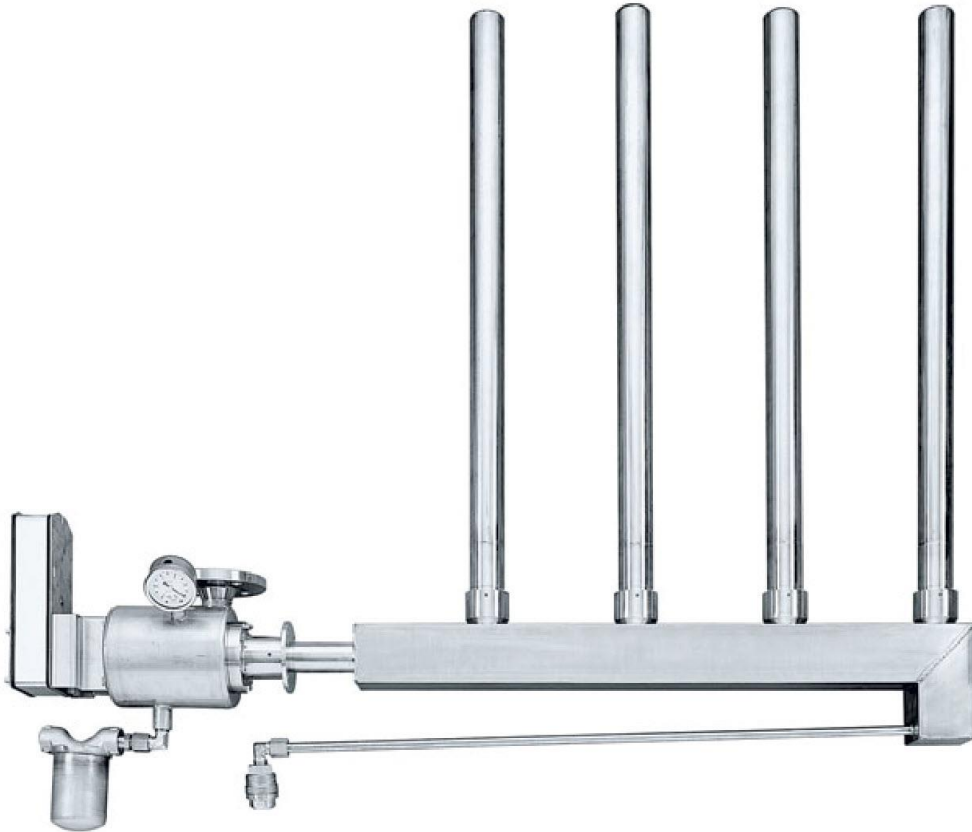
ANEXO - 005. Equipos humidificación y control de humedad hospitalario

23/5/2016

Humidificador por vapor vivo Condair Esco

Humidificador por vapor vivo Condair Esco

1.

**Modelos disponibles en acero inoxidable o hierro fundido.**

Humidificador de vapor vivo Condair ESCO

Condair ESCO utiliza el vapor de una red de vapor existente en el edificio, para proporcionar humidificación a una unidad de tratamiento de aire (AHU) o a un conducto. Acondiciona el vapor para eliminar la condensación y asegura que sólo se emita vapor seco a fin de controlar la humedad. Puede funcionar a velocidades de hasta 4 bar y proporcionar hasta 1.000 kg / h de humidificación a un AHU. Incorpora una válvula de disco giratorio de cerámica que ofrece un control de precisión graduado de 0-100% y evita la posibilidad de fugas de vapor cuando se cierra.

El lanza-vapor patentado por Condair ESCO tiene pequeñas boquillas internas que extraen el vapor sólo desde el centro del lanza-vapor, donde se encuentra más caliente y más seco. Esto asegura que cualquier condensación que se produzca alrededor de los bordes exteriores más fríos no se introducirá en el conducto.

23/5/2016

Humidificador por vapor vivo Condair Esco

A diferencia de otros humidificadores de vapor vivo que incorporan lanzas de vapor precalentado para evitar "salpicaduras", la lanza de vapor ESCO reduce la transferencia térmica a la corriente de aire y proporciona humedad instantánea sin necesidad de tiempo de precalentamiento.

Características y ventajas

- Aprovecha el vapor existente de la construcción para humidificar
- Alta capacidad hasta 1.000kg/h
- Funciona con hasta 4bar
- Válvula rotativa cerámica para una modulación de 0-100% y un estricto control
- Lanza de vapor patentada que no precisa precalentamiento

5.3 Schematic diagram

When Z is larger than 5 m, the pipe must be drained.

P = primary condensate drain:

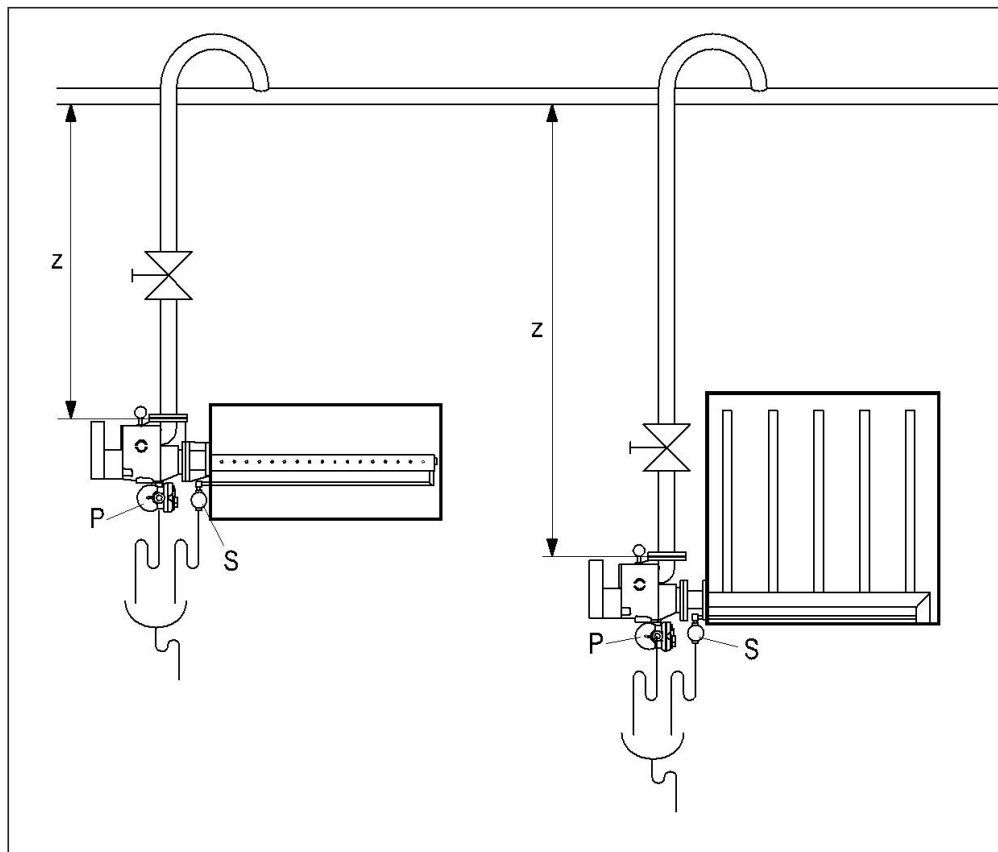
The primary condensate can be drained, even against pressure, via built-in condensate drain (spheric float or bell-shaped float condensate drain). The back pressure must not exceed 50 % of the primary steam pressure.

Caution! Condensate drains with bell-shaped float must not be used in systems with superheated steam since this type of condensate drain may blow through when used in systems with superheated steam (continuous steam loss at the condensate drain).

S = secondary condensate drain:

The secondary condensate must be able to flow without any restrictions.

Caution! To ensure correct functioning the thermostatic steam trap must not be isolated.



Primary and secondary condensate must be drained separately (unequal pressure).

ANEXO - 006. Equipos desechos hospitalarios esterilizadores con trituradora

 Bench -Top
Steam Sterilizers

 Medium Steam
Sterilizers

 Large Steam
Sterilizers

 Medical
Waste Solutions

 Control
Systems

CELITRON COMPACT SOLUTION FOR BIOHAZARD WASTE DISPOSAL Integrated Sterilizer and Shredder (ISS)



celitron
medical technologies



Celitron Medical Technologies Kft.
Address: H-2600 Vác, Avar u. 5. Hungary
Telephone: +36 27 512-267, Fax: +36 27 512-268
Web: www.celitron.com
E-mail: info@celitron.com



high-tech in sterilization

Professional Sterilizers and Medical Waste Solutions

3. Waste Treatment with the ISS - The Process

The ISS performs both shredding and waste steam sterilization in a single vessel. The vessel is fitted with a motor-driven shaft, with powerful shredding/crushing blades which reduce the size and volume of the waste.

1. LOADING THE WASTE

15-25kg of hazardous medical waste can be loaded into the chamber, without opening the bags/cartons or plastic containers.



Select the required waste cycle on the 5,7 inch color touch-screen display and with pressing one button the door closes, the chamber rotates to the operating position and the waste cycle starts.

2. CREATING VACUUM

The air is removed from the chamber through the biohazard filter with the help of the powerful vacuum pump.

3. A) HEATING UP TO STERILIZATION

Steam is introduced into the chamber until the sterilization temperature (134°C and pressure of 312kPa) is reached.

The steam is internally produced by a steam generator, supplied by water purification and draining system.

3. B) SHREDDING THE WASTE

The stainless steel vessel is fitted with a motor-driven shaft, with powerful crushing blades that can rotate in two directions to reduce the size of the waste down to 20% of the original volume. The 5.5kW motor is sufficient to rotate the shaft with an RPM of 300-1100 for various operations. The blades are mounted on the shaft and are designed to shred waste such as sharps, dialyzers, syringes, papers, cloth, plastic and glass. Shredding is important as it enhances the steam penetration therefore improves the overall sterilization results.



4. STERILIZATION, EXHAUST AND DRYING

When the unit reaches 134°C, it starts sterilizing for at least 3 minutes. During the exhaust stage, the steam is being removed from the chamber and the drying is done by pushing air inside.

5. UNLOADING THE WASTE

The chamber rotates to the unloading position and the fragmented and non-toxic waste is evacuated to the bin.



5. ISS - Features and Accessories

STANDARD FEATURES AND ACCESSORIES

■ Control System with 5,7" Full Color LCD Touch-Screen

A microprocessor based control system, state of the art "Freescale" technology, automatically controls all programs including the sterilization cycle. The system includes a 5.7" digital touch-screen graphic display, communication, self and remote diagnosis and PC connection for external documentation and printing. It ensures a reliable, safe and user-friendly operation. The displayed information is available for users in a variety of languages. During the sterilization cycle the control system measures, controls and shows in digital display: the time, chamber temperature and pressure, and sterilization status.

■ Steam Generator (18 kW)

The steam generator is built-in to the housing and automatically operated by the control system.

■ Integrated Ink printer

For a clear and concise documentation of processes, the control unit is provided with a printer, connected to the processing unit. This releases a hard copy printing of the relevant information regarding operation during the cycle, such as temperature, pressure, sterilization and number of cycles, etc. In case of an uncompleted cycle, the print-out indicates the cycle failure and the cause of the failure.

■ RS 232 Communication Port

for connecting the sterilizer to the computer.

■ External Reverse-Osmosis System

A Reverse-Osmosis system shall be used to improve the quality of the water used to generate steam in the electric steam generator. The use of mineral-free water will contribute to better performance and longer life of the Shredder's chamber.

OPTIONAL ACCESSORIES

■ SD Card & Card Reader

Cycles' data can be collected online on a SD Card through an optional SD Card Slot, and can be downloaded into a computer equipped with proprietary PC Software.



■ HMI PC Software

Powerful PC Windows based software is available for monitoring, logging, control and service.

■ Silent Air Compressor

The silent air compressor features a special soundproofing system made up of a metal soundproof panel, painted with epoxy paint, which guarantees remarkably low noise levels plus the total elimination of vibrations (acoustic pressure < 70 dB).

medical technologies
WE DO IT RIGHT!

7. ISS - Specifications

| Model ISS | ISS AC-575 |
|---|--|
| Chamber Size (dia x depth) | 500 x 800 mm |
| Chamber volume | 150 l |
| Weight with/without housing | 880/600 kg |
| External dimensions with housing (W x H x D) | 1290 x 2150 x 2039 mm |
| External dimensions without housing (W x H x D) | 900 x 1200 x 1420 mm |
| Chamber door | Automatic door with advanced safety features |
| Sterilization temperature | 134° C |
| Steam Source | Built-in steam generator (with possibility of external steam connection) |
| Steam pressure (relative) | 3 bar (43.5 psi) |
| Compressed air | 6.0-8.0 bar (87-116 psi) |
| Water source | Filtered tap water |
| Water pressure | 1.0-6.0 bar (14.5-87 psi) |
| Power supply* | 3-Ph. 380-400 V, 50/60 Hz |
| With steam generator | 25 kW |

*Adjustable to different voltage system

6. ISS - Required Utilities

- Electrical: 400V 3-ph, 16 or 25 kW
- Optional- External Steam: 30 KG/hr. at 6 bar
- Water: 30 l/min. cold water, 1/2" connection
- Drain: 2"-4"
- Compressed Air: 6 bar
- HVAC: Standard computer environment, 10 air exchanges/hour in room, machine connection to outside vent.
- Connection to building ventilation.

8. ISS - Standards

The ISS AC-575 complies with the following international standards and directive guidelines:

Technical Standards

- Machinery Directive 2006/42/EC.
- Pressure Equipment Directive PED 97/23/EC.
- 2006/95/EC Low Voltage Equipment Directive.
- EMC Directive 2004/108/EC Article 7 (1).
- EN 60204-1 Safety of machinery- Electrical equipment of machines - General requirements.

- EN 61000-6-2 Electromagnetic compatibility (EMC)- Generic standards- Immunity for industrial environments.

- EN 61000-6-4 Electromagnetic compatibility (EMC)- Generic standards- Emission standard for industrial environments.

Quality Standards

- ISO 9001:2008- Quality Management System- Requirements.



ANEXO - 007. Equipos lavandería hospitalaria centralizada-lavadora barrera sanitaria



LAVADORAS INDUSTRIALES DE GRAN CAPACIDAD (BARRERA SANITARIA) LCH-100, 150 & 200

- Lavadoras de alto centrifugado sin necesidad de anclajes, "sistema flotante"
- Doble puerta de carga/descarga: carga frontal para la ropa sucia y descarga posterior para la ropa limpia.
- Factor G de 370-410
- Mueble tambor y frontal en acero inoxidable.
- Tambor de 3 compartimentos.
- Calefacción: vapor o agua caliente.
- Dotadas de variador de frecuencia e inversión de giro.
- Panel de mando con terminal de video con capacidad para memorizar hasta 90 programas con 50 ciclos cada uno.
- Opcional: 2º desagüe y 3ª entrada de agua

| Modelo | Progr. | Calef. | Nº Comp. | Código | Capacidad Kg | | Centrifugado r.p.m. | Potencia (*) | | Dimensiones mm | | |
|---------|--------|--------|----------|----------|--------------|--------|------------------------|--------------|------|----------------|-------|-------|
| | | | | | (1-9) | (1-10) | | KW | Volt | L | P | A |
| LCH 100 | MP | Vapor | 3 | 2RS0100V | 111 | 100 | 720 | 15 | t | 2.600 | 1.700 | 2.100 |
| LCH 150 | MP | Vapor | 3 | 2RS0150V | 166 | 150 | 700 | 18 | t | 3.000 | 1.900 | 2.500 |
| LCH 200 | MP | Vapor | 3 | 2RS0200V | 222 | 200 | 700 | 22 | t | 3.100 | 2.100 | 2.500 |



LC-100

* MT = 400 III / 230 III / 230 I (50-60 Hz)
 T = 400 III / 230 III (50-60 Hz)
 t = 400 III (50-60 Hz)

| MODELO | MODEL | MODÈLE | → | ASA27 | ASA33 | ASA49 | ASA67 |
|-------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|----------|---|---------|---------|-----------|
| CAPACIDAD | CAPACITY | CAPACITÉ | Kg/ciclo | 27 | 33 | 49 | 67 |
| TAMBOR | DRUM | TAMBOUR | | | | | |
| Diámetro | Diameter | Diamètre | mm | 800 | 800 | 800 | 800 |
| Longitud | Length | Longueur | mm | 534 | 654 | 974 | 1327 |
| Volumen | Volume | Volume | L | 268 | 329 | 489 | 667 |
| Compartimientos | Compartments | Compartiments | Ud | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Vel. Centrifugado | Spin-Drying Speed | Vitesse d'essorage | RPM | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 |
| Factor G | G Factor | Facteur G | | 448 | 448 | 448 | 360 |
| CALEFACCIÓN | HEATING | CHAUFFAGE | | | | | |
| CONSUMOS | POWER CONSUM. | CONSOMMATIONS | | | | | |
| Potencia eléctrica | Electric Power | Puis. électrique | KW | 18 | 27 | 36 | 45 |
| Pot. gas (prop./nat.) | Gas Power (Prop./nat.) | Puis. (prop./nat.) | Kcal/h | 21410 | 21410 | 21410 | 21410 |
| Presión gas | Gas Pres. (Prop./nat.) | Pres. gaz (prop./nat.) | mbar | 37/20 | 37/20 | 37/20 | 37/20 |
| Consumo vapor | Steam Consumption | Consommation vapeur | Kg/h | 27 | 33 | 49 | 67 |
| Presión vapor | Steam Pressure | Pression vapeur | bar | 20 | 20 | 37 | 50 |
| Consumo agua máx. | Max. Water Consum. | Consom. max. eau | L/ciclo | 532 | 740 | 850 | 1000 |
| Caudal desagüe | Drain Flow | Débit vidange | L/min | 160 | 160 | 160 | 160 |
| POTENCIAS | POWER RATINGS | PUISSANCES | | | | | |
| Motor | Engine | Moteur | KW | 4 | 4 | 5,5 | 5,5 |
| CONEXIONES | CONNECTIONS | BRANCHEMENTS | | | | | |
| Agua fría Ø (C) | Cold Water Ø (C) | Eau froide Ø (C) | BSP | 3/4" | 3/4" | 3/4" | 1 |
| Agua caliente Ø (B) | Hot Water Ø (B) | Eau chaude Ø (B) | BSP | 3/4" | 3/4" | 3/4" | 1 |
| Vapor Ø (F) | Steam Ø (F) | Vapeur Ø (F) | BSP | 1/2" | 1/2" | 1/2" | 1/2" |
| Desagüe Ø (G) | Drain Ø (G) | Vidange Ø (G) | mm | 75 | 75 | 75 | 75 |
| TENSIÓN | VOLTAGE | TENSION | | 380 III +N 50 Hz. Opcional (220 III 50 Hz.) | | | |
| DIMENSIONES (Sin embalaje) | DIMENSIONS (Packing Excluded) | DIMENSIONS (Sans emballage) | | | | | |
| Puerta | Door | Porte | mm | 450x320 | 450x320 | 450x320 | 450x320/2 |
| Ancho (L) | Width (L) | Largeur (L) | mm | 1172 | 1292 | 1612 | 1965 |
| Altura (H) | Height (H) | Hauteur (H) | mm | 1665 | 1665 | 1665 | 1665 |
| Profundidad (P) | Depth (P) | Profondeur (P) | mm | 1053 | 1053 | 1053 | 1053 |
| Peso neto | Net Weight | Poids net | Kg | 880 | 1060 | 1300 | 1570 |

DOMUS se reserva el derecho de modificar sin previo aviso / DOMUS reserves the right to change without notice / DOMUS se réserve le droit de modifier sans préavis



ANEXO - 008. Equipos lavandería hospitalaria centralizada-secadora rotativa

ADC AD-758V

75-lb Capacity Coin Dryer

Standard Features:

- 75-lb. capacity
- 21.5 cu. ft. basket volume
- 175,000 Btu/hr heat input, 1,000 cfm airflow
- Radial airflow
- Steel door with gasketless glass
- 8" diameter vent connection
- Easy to clean lint drawer
- Available in gas, steam and electric heat

Optional Features:

- Stainless steel front, cabinet & basket
- Reversing Basket
- S.A.F.E. (Sensor Activated Fire Extinguishing System)



AD-758V Coin Dryer

Why Purchase ADC AD-758V?

Engineer Driven Design That is Built to Last

Our dryers showcase ADC's engineer-driven approach to design. Bearings are permanently lubricated on the motor and drive system. There are no chains used at ADC; rather, we use V-belts and pulleys for smooth, quiet, and trouble free operation. Our dryer cabinets are electrostatically powder-painted inside and out then baked at 420-degrees fahrenheit before final assembly - ensuring the hardest surface and the longest lasting finish in the industry.

Rugged Steel Door with Gasketless Door Glass

Our dryer doors are one solid piece of steel with gasketless glass. This eliminates the issue of glass falling out due to wear and tear on rubber gaskets that some manufacturers use to secure their glass. The security and durability that gasketless glass provides is essential to a successful laundromat operation.

Easy-to-Read, Multilingual Controls

We were the first to bring computer operated dryers to the market and today we continue to be a leader in applying technology to dryer operation. Our years of experience along with our accessible design, easy-to-read LCD screens and our user friendly multilingual interface positions ADC as the pioneer in the laundry industry.

Your local ADC independent authorized distributor



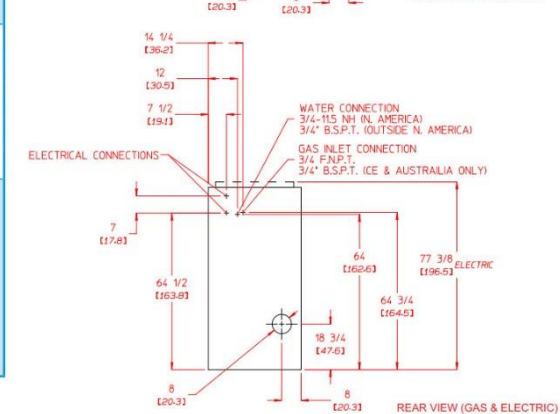
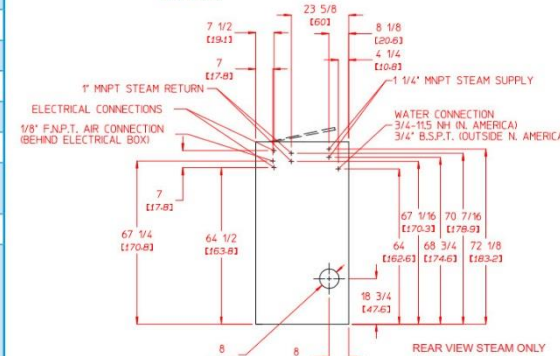
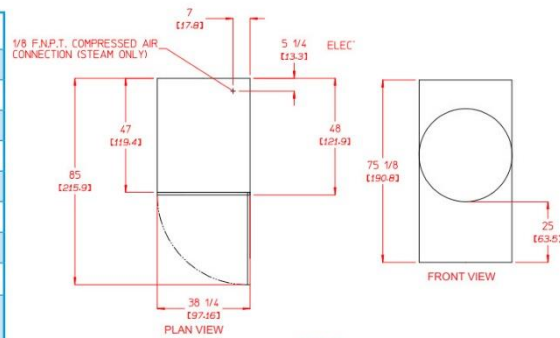
www.amdry.com

ADC AD-758V

| AD-758V Specifications | | | | | | | |
|---|--|-----------|--|----|------------------|----|------------------|
| Tumbler Capacity (dry weight) | 75 lbs. (34.02 kg) | | | | | | |
| Tumbler Diameter | 36-1/4" (92.08 cm) | | | | | | |
| Tumbler Depth | 36" (91.44 cm) | | | | | | |
| Tumbler Volume | 21.50 cu ft (608.81 L) | | | | | | |
| Tumbler/Drive Motor (Non-reversing/reversing) | 1 hp / 1/2 hp (0.75kW/0.37 kW)* | | | | | | |
| Blower/Fan Motor (Non-reversing/reversing) | --/1 hp* (--/0.75 kW) | | | | | | |
| Door Opening (Diameter) | 31-3/8" (79.69 cm) | | | | | | |
| Door Sill Height | 28" (71.12 cm) | | | | | | |
| S.A.F.E. Water Connection | 3/4"-11.5 NH (North America) 3/4" B.S.P.T. (Outside North America) | | | | | | |
| Dryers per 20'/40' Container | 9 / 20 | | | | | | |
| Dryers per 48'/53' Truck | 24 / 26 | | | | | | |
| Width | 38-1/4" (97.16 cm) | | | | | | |
| Depth | 48" (121.9 cm) | | | | | | |
| Height | 75-1/8" (190.8 cm) | | | | | | |
| Airflow (gas/electric) | 60 Hz 1,000 cfm (28.32 cmm) 50 Hz 833 cfm (23.60 cmm) | | | | | | |
| Exhaust Connection | 8" (20.32 cm) | | | | | | |
| GAS MODEL: | Approx. Net Wt. 721 lbs (327.04 kg) Approx. Ship Wt. 773 lbs (350.63 kg) Heat Input 175,000 btu/hr (44,099 kcal/hr) Inlet Pipe Connection 3/4" F.N.P.T. 3/4" B.S.P.T. (CE and Australia Only) | | | | | | |
| ELECTRICAL MODEL: | Approx. Net Wt. 721 lbs (327.04 kg) Approx. Ship Wt. 773 lbs (350.63 kg) Exhaust Connection (Diameter) 8" (20.32 cm) | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Oven Size</th> </tr> <tr> <th>kW</th> <th>Btu/hr (kcal/hr)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>30</td> <td>102,400 (25,800)</td> </tr> </tbody> </table> | | Oven Size | | kW | Btu/hr (kcal/hr) | 30 | 102,400 (25,800) |
| Oven Size | | | | | | | |
| kW | Btu/hr (kcal/hr) | | | | | | |
| 30 | 102,400 (25,800) | | | | | | |
| STEAM MODEL: | Approx. Net Wt. 816 lbs (370.13 kg) Approx. Ship Wt. 868 lbs (393.72 kg) Steam Consumption 275 lb/hr (124.7 kg/hr) Operating Steam Pressure 125 psi max (18.62 bar) Exhaust Connection (Diameter) 8" (20.32 cm) Boiler Horsepower (Normal Load) 7.2 Bhp Supply Connection (2) 1-1/4" M.N.P.T. Return Connection (2) 1" M.N.P.T. | | | | | | |

Specifications in parentheses are metric equivalents.
* Reversing Dryers use 3-phase (3ø) motors

9/24/12



| Electrical Service Specifications | | | | |
|-----------------------------------|-------|--------------|-----------------|-----------------|
| SERVICE VOLTAGE | PHASE | WIRE SERVICE | APPROX AMP DRAW | CIRCUIT BREAKER |
| 60 Hz | | | | |
| 50 Hz | | | | |
| 30 kW Electric | | | | |
| 208 | 3ø | 3 | 91 | 150 |
| 220 | 3ø | 3 | 85 | 125 |
| 230 | 3ø | 3 | -- | 83 125 |
| 240 | 3ø | 3 | 79 | 100 |
| 380 | 3ø | 3 | 48 | 60 |
| 380 | 3ø | 4* | -- | 54 70 |
| 400 | 3ø | 4* | -- | 51 70 |
| 416 | 3ø | 4* | -- | 50 70 |
| 40 | 3ø | 3 | 40 | 50 |
| 480 | 3ø | 3 | 39 | 50 |
| 575 | 3ø | 3 | 33 | 50 |

| Electrical Service Specifications | | | | |
|-----------------------------------|-------|--------------|-----------------|-----------------|
| SERVICE VOLTAGE | PHASE | WIRE SERVICE | APPROX AMP DRAW | CIRCUIT BREAKER |
| 60 Hz | | | | |
| 50 Hz | | | | |
| GAS & STEAM | | | | |
| 120 | 1ø | 2 | 13.0 | 20 |
| 208 | 1ø | 2 | 7.6 | 15 |
| 220 | 1ø | 2 | 7.3 | 8.6 15 |
| 230 | 1ø | 2 | -- | 8.0 15 |
| 240 | 1ø | 2 | 7.0 | 8.0 15 |
| GAS & STEAM | | | | |
| 208 | 3ø | 3 | 4.7 | 15 |
| 220 | 3ø | 3 | 4.8 | 15 |
| 230 | 3ø | 3 | -- | 4.7 15 |
| 240 | 3ø | 3 | 4.9 | 15 |
| 380 | 3ø | 4* | 2.9 | 3.1 15 |
| 400 | 3ø | 4* | -- | 3.2 15 |
| 416 | 3ø | 4* | -- | 3.1 15 |
| 460 | 3ø | 3 | 2.8 | 15 |
| 480 | 3ø | 3 | 2.8 | 15 |



P/N 451029 10/10

88 Currant Road Fall River, MA 02720-4781 • 508.678.9000 • Fax: 508.678.9447 • Email: sales@amdry.com

www.amdry.com

ANEXO - 009. Equipos lavandería hospitalaria centralizada -calandria

PLANCHADORAS PB POWERING DETAILS

PB/PBP5119
PB/PBP5125
PB/PBP5132



PB3215
PB3221



LA EXCELENCIA ESTÁ EN EL DETALLE

Deje que sus clientes sientan el detalle de la excelencia y disfrute en su negocio de las ventajas del planchado profesional.



CALIDAD

El sistema cinemático de tensado de bandas exclusivo de Girbau mantiene una presión uniforme de los cilindros de planchado, consiguiendo un muy buen acabado.



FIABILIDAD

La experiencia de 20 años en el mercado, con miles de planchadoras en negocios de todo el mundo, es la prueba evidente de la fiabilidad de las planchadoras Girbau.



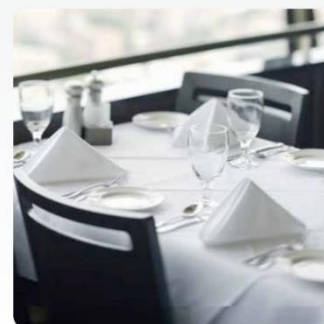
SEGURIDAD

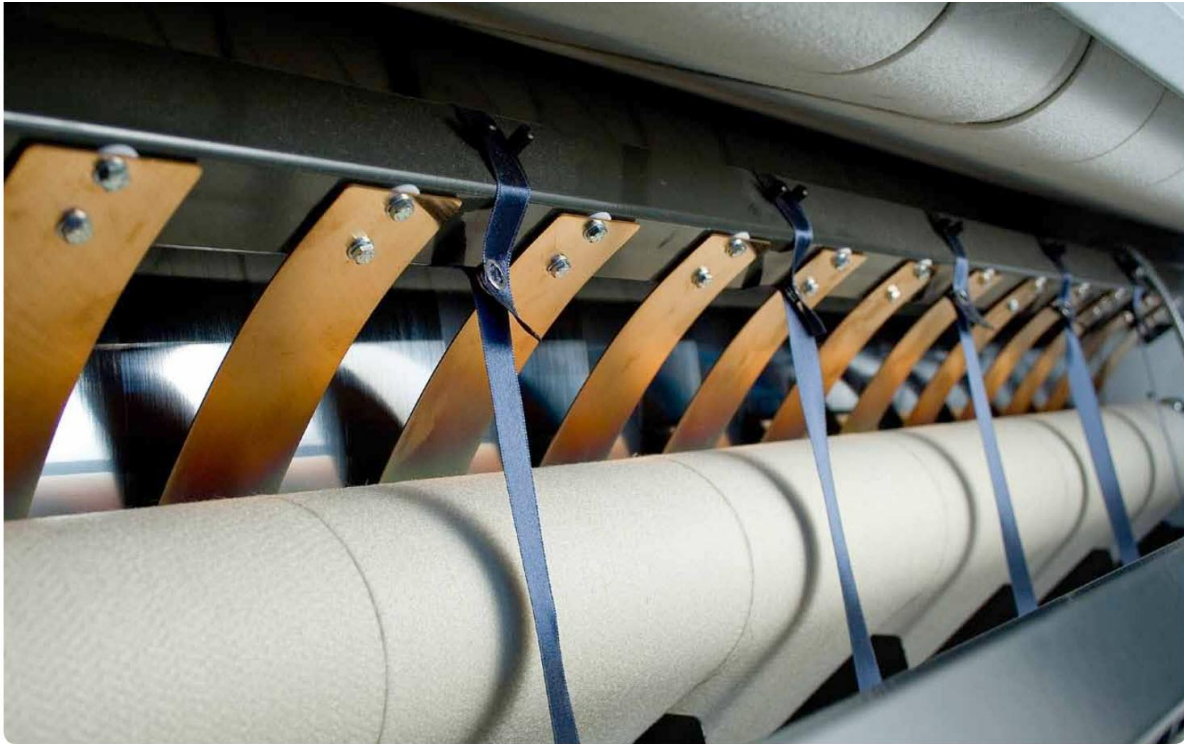
El sistema de protección de guardamanos garantiza la seguridad del operario. Un doble sensor controla la posición activa y la de reposo con chequeo inicial en cada puesta en marcha.

SUPERANDO EL RETO

El leitmotiv de las planchadoras Girbau es asistir en el planchado para mejorar la productividad de la lavandería. Podría parecer obvio, pero de esta filosofía nacen las PB, de preguntarse una y otra vez cómo mejorarlas para conseguir cumplir este reto.

Sólo así se entiende el resultado: productividad, ergonomía y seguridad trabajando a una para convertirse en calidad y en rentabilidad.





UNA PATENTE QUE MARCA LA DIFERENCIA

El sistema de tensado cinemático patentado por Girbau es una de las claves que explican la calidad de acabado de las planchadoras PB.

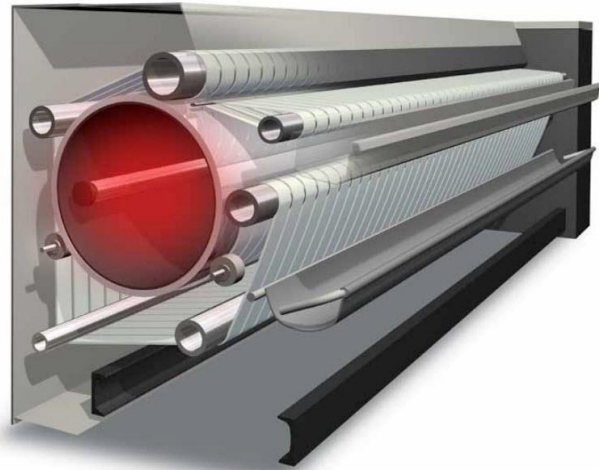
Este sistema se fundamenta en un equilibrio permanente de tensiones y pesos entre distintos rodillos que consiguen un tensado permanente de las bandas. Aprovechando el movimiento de las bandas a lo largo de los rodillos, se van reequilibrando para mantener una tensión uniforme.

La tensión de las bandas es clave en las planchadoras PB.

UNIFORMIDAD DE PLANCHADO

En planchado, la uniformidad (sea de movimiento, tensión de bandas o temperatura) equivale a mayor calidad.

Las operaciones de mantenimiento de tensado de bandas son mucho menores que en otras planchadoras del mercado.

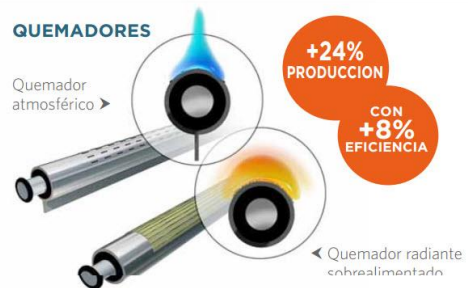


ÁNGULO DE CONTACTO

Un mayor ángulo de contacto de la ropa con el cilindro proporciona más superficie de planchado que otros fabricantes.

QUEMADORES

Quemador atmosférico ▶



+24%
PRODUCCION

CON
+8%
EFICIENCIA

◀ Quemador radiante
sobrealimentado

PLANCHADORAS PB

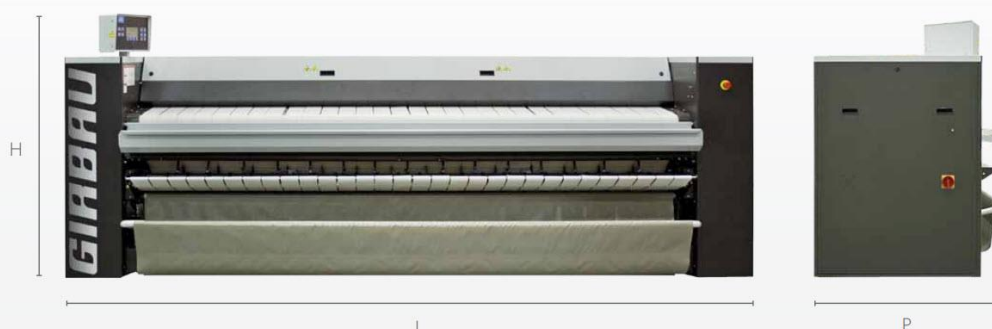


334 04/13

| MODELO | | | PB3215 | PB3221 | PB5119 PBP5119 | PB5125 PBP5125 | PB5132 PBP5132 | |
|----------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|--------|---------------------|-------------------|-------------------|------|
| Tracción | Potencia motor max. (50 Hz) | kw | 0,55 | | 1,10 | | | |
| | Potencia motor alta velocidad (50Hz) | kw | 0,67 | | 1,65 | | | |
| Calefacción | Eléctrico | Potencia calefacción eléctrica ** | kw | 15,01 | 21,13 | 34,3 | 44,9 | 57,3 |
| | | Capacidad Evaporación | l/h | 15,0 | 20,0 | 30,0 | 40,0 | 50,0 |
| | Gas | Potencia Gas Q. Atmosférico | kw (Hi*) | 22,3 | 30,5 | 39,9 | 51,5 | 69,6 |
| | | Capacidad Evaporación | l/h | 15,0 | 20,0 | 30,0 | 40,0 | 60,0 |
| | | Potencia Gas Q. SobreAlimentado | kw (Hi*) | - | - | 46,9 | 60,1 | 80,9 |
| | | Capacidad Evaporación | l/h | - | - | 37,5 | 50,0 | 73,0 |
| | Vapor | Potencia vapor | kw | - | - | 48,8 | 65,0 | 81,4 |
| | | Capacidad Evaporación | l/h | - | - | 42,0 | 56,0 | 70,0 |
| Voltaje | Eléctrico | 3Ph 50Hz (V) | 200-220-230-240-380-400-415 | | | | | |
| | | 3Ph 60Hz (V) | 200-208-220-240-380-415 | | | | | |
| | Gas-vapor | 2Ph 50Hz (V) | 380-400-415 | | | | | |
| | | 2Ph 60Hz (V) | 415-440-480 | | | | | |
| | | 1Ph 50Hz (V) | 200-220-230-240 | | | | | |
| | | 1Ph 60Hz (V) | 200-208-220-240 | | | | | |
| Opciones | Plegador | | - | | Máquinas Modelo PBP | | | |
| | Doble conjunto fotocélula | | - | | No | | | |
| | Opción Alta velocidad | | Si | | Si | | | |
| Dimensiones y pesos | Ø Cilindro | mm | 325 | | 510 | | | |
| | Longitud útil cilindro | mm | 1.540 | 2.120 | 1.900 | 2.530 | 3.165 | |
| | Velocidad | m/min | 1 - 5 | | 1 - 9 | | | |
| | Opción Alta velocidad | m/min | 1 - 11 | | 1 - 15 | | | |
| | Nivel Sonoro | dB(A) | < 70 | | < 70 | | | |
| | Peso neto G - E | PB kg | 459 | 561 | 1.035 | 1.265 | 1.423 | |
| | | PBP kg | - | - | 1.132 | 1.392 | 1.586 | |
| | Peso neto V | PB kg | - | - | 1.145 | 1.375 | 1.533 | |
| | | PBP kg | - | - | 1.242 | 1.502 | 1.696 | |
| | Peso bruto G - E | PB kg | 617 | 740 | 1.285 | 1.560 | 1.758 | |
| | | PBP kg | - | - | 1.397 | 1.712 | 1.946 | |
| | Peso bruto V | PB kg | - | - | 1.395 | 1.670 | 1.868 | |
| | | PBP kg | - | - | 1.507 | 1.822 | 2.056 | |
| | Altura H | mm | 1.416 | | 1.630 | | | |
| Anchura L | mm | 2.313 | 2.895 | 2.837 | 3.470 | 4.103 | | |
| Profundidad P | mm | 872 | | 1.173 | | | | |

* Hi - Poder calorífico inferior / ** Potencia calculada a 380V III

GIRBAU, S.A. se reserva el derecho de introducir modificaciones



FILIALES

Alemania - Hannover - Tel. +49-511 60099389 - girbau@girbau.de
 Argentina - Buenos Aires - Tel. +54-1149017600 - girbauargentina@girbau.com.ar
 Australia - Castle Hill, Sydney - Tel. +61298940399 - sales@girbau.com.au
 Brasil - Sao Paulo - Tel. +55 11-29820446 - girbaudobrasil@girbau.com.br
 Cuba - La Habana - Tel. (+53-7) 8662071 al 73 - girbau@girbau.co.cu
 China - Shenzhen & Hong Kong - Tel. +86-755-8211 1330 - info@girbau.com.cn
 Francia - Roissy (Paris) - Tel. +33 1-49388585 - info@girbau.fr
 India - New Delhi - Tel. +91 11 4166 3456 - speshin@girbau.com
 Italia - Marcon (VE) - Tel. +39 0418652802 - info@girbau.it
 Portugal - Porto - Tel. +351 22 3758909 - vendasportugal@girbau.pt
 Rep. Dominicana - Punta Cana - Tel. +1 809-959-0615 - info@girbau.do
 U.A.E. - Dubai - Tel. +971 4-8839951 - sales@girbau.ae
 U.A. - Moscú - Tel. +44(0)7402 421700 - info@girbau.co.uk
 U.S.A. - Oshkosh, WI & Los Angeles, Ca - Tel. +1(920) 2318222 - info@continentalgirbau.com

SEDE CENTRAL

DELEGACIONES ESPAÑA Y ANDORRA

Alicante - Tel. 965 283 666 - alicante@girbau.com
 Asturias - Tel. 985 115 727 - asturias@girbau.com
 Girona - Tel. 972 204 951 - girona@girbau.com
 Madrid - Tel. 917 131 380 - madrid@girbau.es
 Málaga - Tel. 952 231 122 - malaga@girbau.com
 Palma de Mallorca - Tel. 971 208 412 - baleares@girbau.com
 Las Palmas de Gran Canaria - Tel. 928 278 460 - laspalmas@girbau.com
 Pontevedra - Tel. 886 135 853 - galicia@girbau.com
 Sevilla - Tel. 954 367 797 - sevilla@girbau.com
 Tenerife - Tel. 922 541 237 - tenerife@girbau.com
 Valencia - Tel. 963 778 543 - valencia@girbau.com
 Vizcaya - Tel. 944 701 330 - euskadi@girbau.com
 Andorra - Tel. 376 843 903 - andorra@girbau.com

Video de producto



ANEXO - 0010. Equipos lavandería hospitalaria centralizada -prensa

GIRBAU

LAUNDRY EQUIPMENT



S/MP4
S/EIP4

**UNIVERSAL
PRESS**

Presses especially suitable for the garment ironing, achieving optimum finish in a minimum time, with the lowest energy consumption.

**PRENSA
UNIVERSAL**

Presas especialmente indicadas para el planchado de ropa de forma, consiguiendo un acabado óptimo, en un tiempo mínimo y un consumo de energía muy bajo

**PRESSE
UNIVERSELLE**

Presses particulièrement utiles pour le repassage de finissage textile, qui permettent d'obtenir une finition optimale en un temps minimum et une consommation d'énergie très basse.

GIRBAU

A SPEEDY PROFESSIONAL FINISH, USING A PRESS.

The GIRBAU line of presses are designed to cover the requirements of the various users. They are particularly suitable for dry cleaners, industrial laundries and communities. Available in manual S/MP4 and automatic S/EIP4 versions.

ACABADO PROFESIONAL RAPIDO MEDIANTE PRENSADO

Las prensas universales GIRBAU han sido estudiadas para responder a las diferentes exigencias de los clientes. Estas máquinas están particularmente indicadas para tintorerías, lavanderías industriales y comunidades. Disponibles en versión manual S/MP4 y automática S/EIP4.

FINITION PROFESSIONNELLE ET RAPIDE MOYENNANT PRESSAGE.

Les presses GIRBAU ont été étudiées pour répondre aux différentes exigences des clients. Ces machines sont particulièrement indiquées pour teintureries et buanderies industrielles et communautés. Disponible en version manuelle S/MP4 et automatique S/EIP4.



S/MP4



S/EIP4

Balanced top buck, mounted on a bar with ball bearings.

Both bucks with steam bottom buck with vacuum.

A finish adapted to each garment
The possibility of adjusting the pressure of the presses allows the garment to be given the precise treatment it requires.

Safety: S/EIP4 models include handrail at the top buck and two pushbuttons to close the buck.

Plato superior equilibrado y montado sobre un eje con rodamientos a bolas.

Ambos platos vaporizantes, plato inferior con aspirador.

Acabado ajustado a cada prenda la posibilidad de regular la presión de las prensas, permite dar a cada prenda el trato que requiere.

Seguridad: en el modelo S/EIP4 se incorpora salvamanos en el plato superior y dos pulsadores para el cierre del plato.

Plateau supérieur équilibré et monté sur un axe avec des roulements à billes.

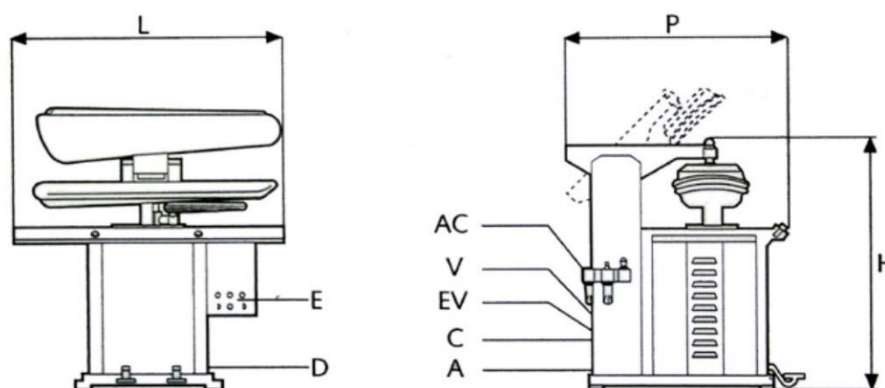
Les deux plateaux sont vaporizants, le plateau inférieur est aspirant.

Finition adaptée à chaque pièce grâce à l'option de réglage de la pression des presses, vous pouvez fournir à chaque pièce le traitement dont elle a besoin.

Sécurité : sur le modèle S/EIP4, le protège-mains est incorporé au plateau supérieur ainsi que deux boutons-poussoirs pour la fermeture du plateau.

| MODEL | MODELO | MODELE | | S/MP4 | S/EIP4 |
|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|-------------|----------------|----------------|
| Buck length | Longitud platos | Longueur plateaux | mm (in.) | 1.200 (47 ½) | 1.200 (47 ½) |
| Buck width | Anchura platos | Largeur plateaux | mm (in.) | 230/380 (9 15) | 230/380 (9 15) |
| Net weight | Peso neto | Poids net | kg (lbs) | 335 (744) | 305 (678) |
| Gross weight | Peso bruto | Poids brut | kg (lbs) | 379 (842) | 349 (776) |
| Height H | Altura H | Hauteur H | mm (in.) | 1.250 (49 ½) | 1.250 (49 ½) |
| Width L | Anchura L | Largeur L | mm (in.) | 1.300 (51) | 1.300 (51) |
| Depth P | Profundidad P | Profondeur P | mm (in.) | 1.100 (43 ½) | 1.100 (43 ½) |
| Steam V and return C Ø | Ø Vapor V y retorno C | Ø Vapeur V et retour C | in. | ½ | ½ |
| Steam consumption | Consumo vapor | Consommation vapeur | kg/h | 20 | 20 |
| Vacuum motor power | Potencia motor aspiración | Puissance moteur aspiration | C.V. / H.P. | 0,5 | 0,5 |
| Steam pressure | Presión vapor | Pression vapeur | kg/cm2 | 4,5 | 4,5 |
| Compressed air Ø AC | Ø Aire comprimido AC | Ø Air comprimé AC | in. | - | ¼ |
| Air compressed pressure | Presión aire comprimido | Pression air comprimé | kg/cm2 | - | 6 |
| Option | Opción | Option | | | |
| Boiler heating element | Resistencia calderín | Resistance chaudière | kW | 9 | 9 |
| Net weight with boiler | Peso neto con calderín | Poids net avec chaudière | kg (lbs) | 377 (838) | 347 (771) |
| Gross weight with boiler | Peso bruto con calderín | Poids brut avec chaudière | kg (lbs) | 421 (936) | 391 (869) |

Girbau s.a. reserves the right to change desing and/or construction without notice.
Girbau s.a. se reserva el derecho de introducir modificaciones
Girbau s.a. se réserve le droit d'apporter des modifications.



www.girbau.com

HEADQUARTERS

GIRBAU, S.A. Ctra de Manlleu, km. 1 - 08500 Vic (Barcelona) Spain
Tel. (+34) 902 300 359 - comercial@girbau.es - Fax (+34) 938 860 785
International: Tel. (+34) 938 862 219 - girbau@girbau.es

BRANCHES: Argentina, Australia, Brazil, China, Cuba, Dominican Rep., France, Germany, India, Italy, Portugal, U.A.E., U.K., U.S.A.

ANEXO - 0011. Equipos lavandería hospitalaria centralizada -plancha.



GIABAU

LAUNDRY EQUIPMENT

S/AAR
S/AVR
S/AVC

**IRONING
TABLE**

IDEAL SYSTEMS FOR LAUNDRIES,
CLOTHING MANUFACTURERS
AND COMMUNITIES IN GENERAL

S/AAR

An electrically-heated ironing table with vacuum board for holding the item to be ironed in place. Steam boiler with built-in pump for the hand iron.

S/AVR

A steam-heated ironing table with on-board vacuum and steaming for a high quality finish.

A boiler with a pump for supplying the heating and steaming systems for the board and the hand irons.

S/AVC

A steam-heated ironing table with on-board vacuum and steaming for a high quality finish.

Does not include boiler. It should be connected to the steam network.

**MESA DE
REPASO**

EQUIPOS IDEALES PARA
LAVANDERÍAS, CENTROS DE
CONFECCIÓN Y COMUNIDADES
EN GENERAL

S/AAR

Mesa de planchado, con tabla calefaccionada eléctricamente, aspiración en la tabla para mejor sujeción de la pieza a planchar. Calderín de vapor con bomba incorporada para la plancha de mano.

S/AVR

Mesa de planchado calefaccionada a vapor. Aspiración y vaporización en mesa para acabados de gran calidad. Calderin con bomba para calefacción y vaporización del plato y la plancha de mano.

S/AVC

Mesa de planchado calefaccionada a vapor. Aspiración y vaporización en mesa para acabados de gran calidad. No dispone de calderin. Se debe conectar a la red de vapor.

**TABLE DE
REPASSAGE**

MACHINES IDÉALES POUR
BLANCHISSERIES, CENTRES DE
CONFECTION ET COLLECTIVITÉS
EN GÉNÉRAL

S/AAR

Machine à repasser, avec table chauffée électriquement et aspirante pour une meilleure sujétion de la pièce à repasser. Chaudière à vapeur avec pompe incorporée pour l'alimentation du fer à repasser.

S/AVR

Table de repassage chauffée à la vapeur. Table aspirante et vaporisante pour des finitions d'une grande qualité. Chaudière avec pompe pour la production de chaleur et de vapeur de la table et du fer à repasser.

S/AVC

Table de repassage chauffée à la vapeur. Table aspirante et vaporisante pour des finitions d'une grande qualité. Elle ne dispose pas de chaudière. Il faut la brancher sur le réseau de vapeur.



**S/AAR-S, A/AVR-S and
S/AVC-S**
SAME FEATURES PLUS BLOWER OPTION

Uses an on-board blowing system to create a cushion of air to aid in ironing linen with protruding parts, as well as ironing delicate articles in wool and silk without any distortion problems. The three models include a hand iron in their equipment.

Options

- Swivelled vacuum arm without heating
- Swivelled vacuum arm with heating
- Swivelled stainless steel vacuum arm with a stain-removing unit.
- Second iron (except S/AVC and S/AVC-S)
- Hand iron support with pulley and light.

**S/AAR-S, A/AVR-S y
S/AVC-S**

MISMAS CARACTERISTICAS MAS LA OPCION SOPLANTE.

Permite mediante el soplado en la tabla formar un cojín de aire para facilitar el planchado de prendas con relieve, consiguiendo de esta forma un efecto maniquí, además de piezas delicadas como lana y seda sin problemas de deformación. Los tres modelos incluyen en su equipo de plancha de mano.

Opciones

- Brazo articulado aspirante sin calefacción
- Brazo articulado aspirante con calefacción
- Brazo articulado aspirante acero inox con grupo desmanchador
- Segunda plancha (excepto S/AVC, S/AVC-S)
- Grupo soporte plancha con polea y luz.

**S/AAR-S, A/AVR-S et
S/AVC-S**
MÊMES CARACTÉRISTIQUES PLUS L'OPTION SOUFFLAGE

La fonction soufflante de la table forme un coussin d'air qui facilite le repassage d'articles à relief et permet d'obtenir ainsi un effet mannequin. De plus, grâce à cette fonction les pièces délicates telles que la laine ou la soie ne subissent aucune déformation. Les trois modèles sont dotés d'un fer à repasser incorporé.

Options

- Bras articulé aspirant sans chauffage
- Bras articulé aspirant avec chauffage
- Bras articulé aspirant en acier inoxydable avec dispositif détachant
- Deuxième fer à repasser (excepté S/AVC, S/AVC-S)
- Groupe support fer à repasser avec poulie et lumière.

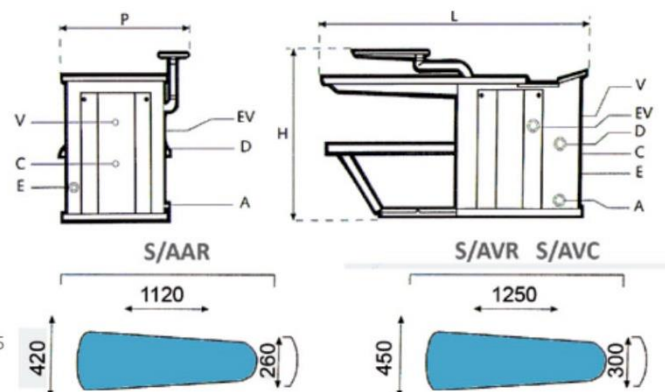
| MODEL | MODELO | MODELE | | S/AAR (S) | S/AVR (S) | S/AVC (S) |
|------------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------|-----------|-----------------|-----------|
| Buck length | Longitud platos | Longueur plateaux | mm (inch.) | | 1200 (47-1/2) | |
| Buck width | Anchura platos | Larguer plateaux | mm (inch.) | | 250/400 (10/16) | |
| Net weight | Peso neto | Poids net | kg (lbs.) | 87 (193) | 150 (333) | 116 (260) |
| Crated weight | Peso bruto | Poids brut | kg (lbs.) | 111 (247) | 176 (391) | 142 (316) |
| Height L | Altura H | Hauteur H | mm (inch.) | 960 (38) | | |
| Width L | Anchura L | Largeur L | mm (inch.) | 1600 (13) | 1700 (13) | 1700 (13) |
| Depth L | Profundidad P | Profondeur P | mm (inch.) | 500 (20) | | |
| Steam V and return C Ø | Ø Vapor V y retorno C | Ø Vapeur V et retour C | inch. | - | | 1/2 |
| Steam consumption | Consumo vapor | Consommation vapeur | kg/h | - | | 12 |
| Vacuum motor power | Potencia motor aspiración | Puissance moteur aspiration | C.V. / H.P. | 0,33 | 0,5 | |
| Steam pressure | Presión vapor | Pression vapeur | kg/cm ² | - | | 4,5 |
| Buck heating | Calefacción plato | Chauffage plateau | kW | 1 | | - |
| Boiler power | Potencia calderín | Puissance chaudière | kW | 5,5 | 7,5 | - |

Girbau s.a. reserves the right to change desing and/or construction without notice.
Girbau s.a. se reserva el derecho de introducir modificaciones
Girbau s.a. se réserve le droit d'apporter des modifications.

www.girbau.com

HEADQUARTERS

GIRBAU, S.A. Ctra de Manlleu, km. 1 - 08500 Vic (Barcelona) Spain
Tel. (+34) 902 300 359 - comercial@girbau.es - Fax (+34) 938 860 785
International: Tel. (+34) 938 862 219 - girbau@girbau.es



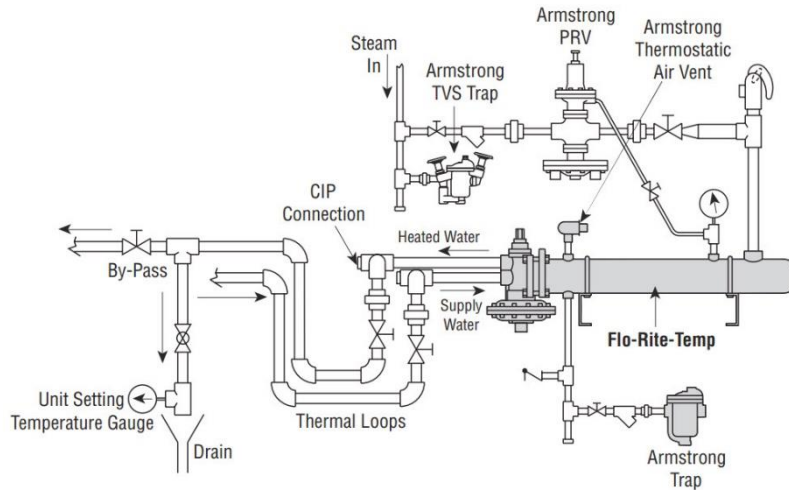
BRANCHES: Argentina, Australia, Brazil, China, Cuba, Dominican Rep., France, Germany, India, Italy, Portugal, U.A.E., U.K., U.S.A.



170 50000x

ANEXO - 0012. Equipos sistema de agua caliente sanitaria

Flo-Rite-Temp™ Instantaneous Steam/Water Heater



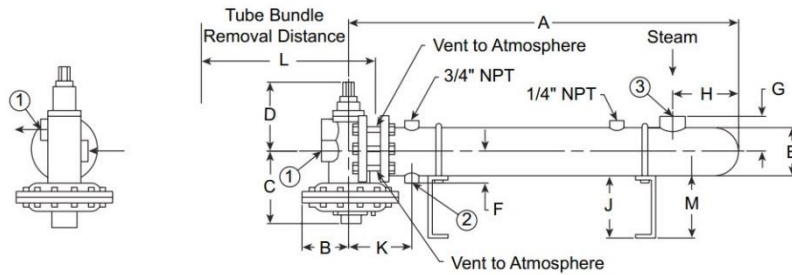
Water Heater Installation Detail

The Flo-Rite-Temp models identified in the submittal table below are provided, as standard, with an Armstrong steam trap and thermostatic air vent (shaded). All other items indicated, are shown for water heater installation detail only. For pre-piped packaged Flo-Rite-Temp water heater assemblies, refer to pages 14-26.

| For submittal drawing refer to: | | |
|---------------------------------|-----------------|-------|
| Model 415 | Single Wall | S5640 |
| Model 415DW | Double Wall | S5641 |
| Model 535 | Single Wall | S5642 |
| Model 535DW | Double Wall | S5643 |
| Model 665 | Single Wall | S5644 |
| Model 665DW | Double Wall | S5645 |
| Model 665SS | Stainless Steel | S5646 |
| Model 8120 | Single Wall | S5647 |
| Model 8120DW | Double Wall | S5648 |
| Model 8120SS | Stainless Steel | S5649 |



Flo-Rite-Temp™ Instantaneous Steam/Water Heater Double Wall



Model 665DW and 8120DW Valve

Model 415DW and 535DW Profile

The DW (double wall) version of the Armstrong Flo-Rite-Temp instantaneous water heater uses a double-wall tube to provide positive separation of the steam and water in the heat exchanger. The area between the walls of the tubes vents to atmosphere so you can detect tube failure without cross-contaminating either the steam or water. The Flo-Rite-Temp DW is well suited for all hot water applications where steam is available and plumbing codes or safety requirements prevent the heating medium and the potable water supply from being cross-contaminated.

| Specifications | | | |
|----------------|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| Application | Steam Supply Pressure | Water Supply Pressure | Maximum Water Pressure Drop |
| Steam to Water | 2 - 15 psig (0.14 - 1.0 bar) | 20 - 150 psig (1.4 - 10.3 bar) | 10 psig (0.7 bar) |

| Connections and Weights | | | | | | | |
|-------------------------|----------------|----------------|------------------|---------------------|-------|--------|-----|
| Model | Connections | | | Tube Bundle Removal | | Weight | |
| | ① in (mm) | ② in (mm) | ③ in (mm) | in | mm | lb | kg |
| 415DW | 1 (25) NPT | 3/4 (20) NPT | 2 (50) NPT | 75 | 1,905 | 199 | 90 |
| 535DW | 1-1/2 (40) NPT | 1 (25) NPT | 2-1/2 (65) NPT | 75 | 1,905 | 270 | 122 |
| 665DW | 2 (50) NPT* | 1-1/4 (32) NPT | 3 (80) NPT | 87 | 2,210 | 444 | 201 |
| 8120DW | 3 (80) NPT* | 2 (50) NPT | 4 (100) 150#ANSI | 75 | 1,905 | 665 | 302 |

*665 and 8120 connections for water inlet and outlet are on opposite sides of the valve body.

| Materials | | | | | | |
|-----------|--|---|----------------------------------|---|---|--------------------------------------|
| Body | Valve | Valve Seats | Diaphragm | Heat Exchanger Shell | Heat Exchanger Tubes | Tube Sheets* |
| Bronze | (415DW) 303 Stainless Steel w/Teflon Inserts (535DW/665DW/8120DW) Brass | (415DW/535DW) 303 Stainless Steel (665DW/8120DW) Brass | Viton® GF Reinforced w/Nomex® GF | Carbon Steel ASTM SA 106-B ASME "U" Stamped | 5/8" Copper Inner Tube 3/4" ID Grooved Copper Outer Tube | Steam Side Steel Water Side Brass |

*There is an open vent to atmosphere between the tube sheets to detect tube failure.

| Dimensions | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|--------|-------|-------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|-------|-----|-------|-----|--------|-----|----|-----|--------|-----|----|-------|--------|-----|
| Model | A | | B | | C | | D | | E | | F | | G | | H | | J | | K | | L | | M | |
| | in | mm | in | mm | in | mm | in | mm | in | mm | in | mm | in | mm | in | mm | in | mm | in | mm | in | mm | in | mm |
| 415DW | 76-1/8 | 1,934 | 4-1/2 | 114 | 7-1/2 | 191 | 7 | 178 | 4-1/2 | 114 | 3-3/8 | 86 | 3-3/4 | 95 | 10-1/2 | 267 | 6 | 152 | 6-7/8 | 175 | 75 | 1,905 | 7-1/2 | 190 |
| 535DW | 77-3/8 | 1,965 | 5-1/4 | 133 | 8-5/8 | 219 | 9 | 229 | 5-9/16 | 141 | 4 | 102 | 4-1/4 | 108 | 11-1/2 | 292 | 7 | 178 | 8-1/8 | 206 | 75 | 1,905 | 9 | 229 |
| 665DW | 90-5/8 | 2,302 | 5-3/4 | 146 | 10-3/8 | 264 | 10-3/8 | 264 | 6-5/8 | 168 | 4-3/4 | 121 | 5 | 127 | 11-3/4 | 298 | 8 | 203 | 9-3/4 | 248 | 87 | 2,210 | 11 | 280 |
| 8120DW | 79-7/8 | 2,029 | 5-3/4 | 146 | 11-3/4 | 298 | 12 | 305 | 8-5/8 | 219 | 6 | 152 | 8-3/4 | 222 | 12-5/8 | 321 | 8 | 203 | 11-5/8 | 295 | 75 | 1,905 | 12-3/8 | 314 |

All dimensions and weights are approximate. Use certified print for exact dimensions. Design and materials are subject to change without notice.

Flo-Rite-Temp™ Instantaneous Steam/Water Heater Single Wall and Double Wall Sizing Chart



| Water and Steam Capacities | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-----------|-----------------------|------|------|------|------------------|--------|--------|--------|-------------|-----------|-----------------------|------|------|------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| Inlet Temp. | Set Temp. | Standard | | | | | | | | Inlet Temp. | Set Temp. | Metric | | | | | | | | Model | | |
| | | Hot Water Capacities* | | | | Steam Capacities | | | | | | Hot Water Capacities* | | | | Steam Capacities | | | | | | |
| | | Steam Pressure | | | | | | | | | | Steam Pressure | | | | | | | | | | |
| °F | °F | psig | psig | psig | psig | psig | psig | psig | psig | °C | °C | bar | bar | bar | bar | bar | bar | bar | bar | | | |
| | | 2 | 5 | 10 | 15 | 2 | 5 | 10 | 15 | | | 0.14 | 0.35 | 0.7 | 1 | 0.14 | 0.35 | 0.7 | 1 | | | |
| | | gpm | gpm | gpm | gpm | lbs/hr | lbs/hr | lbs/hr | lbs/hr | | | m³/h | m³/h | m³/h | m³/h | kg/h | kg/h | kg/h | kg/h | | | |
| 40 | 120 | 17 | 18 | 20 | 20 | 714 | 767 | 839 | 901 | 4 | 49 | 3.8 | 4.1 | 4.5 | 4.5 | 323 | 347 | 379 | 407 | 415 | | |
| | | 37 | 40 | 43 | 45 | 1,543 | 1,657 | 1,814 | 1,946 | | | 8.4 | 9.1 | 9.8 | 10.2 | 697 | 749 | 820 | 880 | 535 | | |
| | | 69 | 74 | 80 | 80 | 2,855 | 3,067 | 3,356 | 3,601 | | | 15.7 | 16.8 | 18.2 | 18.2 | 1,290 | 1,386 | 1,517 | 1,628 | 665 | | |
| | | 142 | 145 | 145 | 145 | 5,680 | 6,160 | 6,760 | 7,160 | | | 32.2 | 32.9 | 32.9 | 32.9 | 2,576 | 2,794 | 3,066 | 3,248 | 8120 | | |
| | 130 | 15 | 16 | 17 | 18 | 681 | 734 | 807 | 868 | | 54 | 3.4 | 3.6 | 3.8 | 4.1 | 308 | 332 | 365 | 392 | 415 | | |
| | | 32 | 34 | 37 | 39 | 1,472 | 1,587 | 1,743 | 1,876 | | | 7.3 | 7.7 | 8.4 | 8.8 | 665 | 717 | 788 | 848 | 535 | | |
| | | 58 | 63 | 68 | 73 | 2,723 | 2,936 | 3,226 | 3,472 | | | 13.2 | 14.3 | 15.4 | 16.6 | 1,230 | 1,327 | 1,458 | 1,569 | 665 | | |
| | | 112 | 122 | 136 | 145 | 5,040 | 5,490 | 6,120 | 6,705 | | | 25.4 | 27.7 | 30.9 | 32.9 | 2,286 | 2,490 | 2,776 | 3,041 | 8120 | | |
| | 140 | 12 | 13 | 15 | 16 | 646 | 700 | 773 | 835 | | 60 | 2.7 | 3.0 | 3.4 | 3.6 | 292 | 316 | 349 | 377 | 415 | | |
| | | 27 | 29 | 32 | 34 | 1,397 | 1,513 | 1,671 | 1,804 | | | 6.1 | 6.6 | 7.3 | 7.7 | 631 | 684 | 755 | 815 | 535 | | |
| | | 50 | 54 | 59 | 63 | 2,585 | 2,799 | 3,091 | 3,338 | | | 11.3 | 12.2 | 13.3 | 14.3 | 1,168 | 1,265 | 1,397 | 1,509 | 665 | | |
| | | 88 | 97 | 109 | 120 | 4,400 | 4,850 | 5,450 | 6,000 | | | 20.0 | 22.0 | 24.7 | 27.2 | 1,996 | 2,200 | 2,472 | 2,722 | 8120 | | |
| | 160 | 9 | 10 | 11 | 12 | 572 | 627 | 702 | 765 | | 71 | 2.0 | 2.3 | 2.5 | 2.7 | 259 | 283 | 317 | 346 | 415 | | |
| | | 20 | 22 | 24 | 26 | 1,235 | 1,355 | 1,517 | 1,652 | | | 4.5 | 5.0 | 5.5 | 5.9 | 558 | 612 | 686 | 747 | 535 | | |
| | | 37 | 40 | 45 | 48 | 2,286 | 2,508 | 2,806 | 3,057 | | | 8.4 | 9.1 | 10.2 | 10.9 | 1,033 | 1,134 | 1,268 | 1,382 | 665 | | |
| | | 69 | 83 | 89 | 95 | 4,140 | 4,980 | 5,340 | 5,700 | | | 15.6 | 18.8 | 20.2 | 21.6 | 1,878 | 2,259 | 2,422 | 2,585 | 8120 | | |
| | 180 | 5 | 5 | 6 | 7 | 344 | 386 | 441 | 487 | | 82 | 1.1 | 1.1 | 1.4 | 1.6 | 156 | 175 | 200 | 221 | 415 | | |
| | | 12 | 13 | 15 | 16 | 861 | 966 | 1,104 | 1,219 | | | 2.7 | 3.0 | 3.4 | 3.6 | 390 | 438 | 501 | 553 | 535 | | |
| | | 23 | 26 | 29 | 32 | 1,663 | 1,866 | 2,134 | 2,355 | | | 5.2 | 5.9 | 6.6 | 7.3 | 754 | 846 | 968 | 1,068 | 665 | | |
| | | 43 | 47 | 52 | 59 | 3,010 | 3,290 | 3,640 | 4,130 | | | 9.7 | 10.7 | 11.8 | 13.4 | 1,365 | 1,492 | 1,651 | 1,873 | 8120 | | |
| | 50 | 120 | 19 | 20 | 20 | 20 | 692 | 745 | 816 | | 877 | 10 | 49 | 4.3 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 313 | 337 | 369 | 396 | 415 |
| | | | 41 | 44 | 45 | 45 | 1,495 | 1,609 | 1,764 | | 1,896 | | | 9.3 | 10.0 | 10.2 | 10.2 | 676 | 727 | 797 | 857 | 535 |
| | | | 76 | 80 | 80 | 80 | 2,767 | 2,977 | 3,264 | | 3,508 | | | 17.3 | 18.2 | 18.2 | 18.2 | 1,251 | 1,346 | 1,475 | 1,586 | 665 |
| | | | 145 | 145 | 145 | 145 | 5,740 | 6,090 | 6,580 | | 7,035 | | | 32.2 | 32.2 | 32.2 | 32.2 | 2,603 | 2,762 | 2,985 | 3,191 | 8120 |
| 130 | | 16 | 17 | 19 | 20 | 660 | 712 | 785 | 846 | 54 | 3.6 | | 3.8 | 4.3 | 4.5 | 298 | 322 | 355 | 382 | 415 | | |
| | | 34 | 37 | 40 | 43 | 1,425 | 1,539 | 1,695 | 1,827 | | 7.7 | | 8.4 | 9.1 | 9.8 | 644 | 696 | 766 | 826 | 535 | | |
| | | 64 | 68 | 75 | 80 | 2,637 | 2,848 | 3,137 | 3,381 | | 14.5 | | 15.4 | 17.0 | 18.2 | 1,192 | 1,287 | 1,418 | 1,528 | 665 | | |
| | | 127 | 138 | 145 | 145 | 5,080 | 5,520 | 6,120 | 6,760 | | 28.8 | | 31.3 | 32.2 | 32.2 | 2,304 | 2,504 | 2,776 | 3,066 | 8120 | | |
| 140 | | 13 | 14 | 16 | 17 | 626 | 679 | 752 | 813 | 60 | 2.9 | | 3.2 | 3.6 | 3.8 | 283 | 307 | 340 | 367 | 415 | | |
| | | 29 | 31 | 34 | 37 | 1,352 | 1,467 | 1,624 | 1,756 | | 6.6 | | 7.0 | 7.7 | 8.4 | 611 | 663 | 734 | 794 | 535 | | |
| | | 54 | 58 | 64 | 68 | 2,502 | 2,715 | 3,005 | 3,250 | | 12.2 | | 13.2 | 14.5 | 15.4 | 1,131 | 1,227 | 1,358 | 1,474 | 665 | | |
| | | 99 | 108 | 121 | 134 | 4,455 | 4,860 | 5,445 | 6,030 | | 22.5 | | 24.5 | 27.5 | 30.4 | 2,021 | 2,204 | 2,470 | 2,735 | 8120 | | |
| 160 | | 10 | 11 | 12 | 13 | 553 | 608 | 682 | 744 | 71 | 2.3 | | 2.5 | 2.7 | 3.0 | 250 | 275 | 308 | 336 | 415 | | |
| | | 21 | 23 | 25 | 28 | 1,194 | 1,313 | 1,473 | 1,607 | | 4.7 | | 5.2 | 5.7 | 6.4 | 540 | 593 | 665 | 726 | 535 | | |
| | | 39 | 42 | 47 | 51 | 2,210 | 2,429 | 2,725 | 2,974 | | 8.9 | | 9.5 | 10.7 | 11.6 | 999 | 1,098 | 1,232 | 1,344 | 665 | | |
| | | 76 | 90 | 95 | 102 | 4,180 | 4,950 | 5,225 | 5,610 | | 17.2 | | 20.4 | 21.6 | 23.1 | 1,896 | 2,245 | 2,370 | 2,545 | 8120 | | |
| 180 | | 5 | 6 | 6 | 7 | 332 | 373 | 428 | 473 | 82 | 1.1 | | 1.4 | 1.4 | 1.6 | 151 | 169 | 194 | 214 | 415 | | |
| | | 12 | 14 | 16 | 17 | 831 | 934 | 1,071 | 1,185 | | 2.7 | | 3.2 | 3.6 | 3.9 | 377 | 424 | 486 | 537 | 535 | | |
| | | 24 | 27 | 30 | 33 | 1,605 | 1,805 | 2,069 | 2,289 | | 5.4 | | 6.1 | 6.8 | 7.5 | 728 | 819 | 938 | 1,037 | 665 | | |
| | | 49 | 55 | 63 | 72 | 3,185 | 3,575 | 4,095 | 4,680 | | 11.1 | | 12.5 | 14.3 | 16.3 | 1,445 | 1,622 | 1,857 | 2,123 | 8120 | | |
| 60 | | 130 | 18 | 19 | 20 | 20 | 638 | 690 | 762 | 822 | 16 | | 54 | 4.1 | 4.3 | 4.5 | 4.5 | 288 | 312 | 344 | 372 | 415 |
| | | | 38 | 41 | 45 | 45 | 1,378 | 1,491 | 1,646 | 1,777 | | | | 8.7 | 9.3 | 10.2 | 10.2 | 623 | 674 | 744 | 803 | 535 |
| | | | 70 | 76 | 80 | 80 | 2,550 | 2,760 | 3,046 | 3,288 | | | | 15.9 | 17.3 | 18.2 | 18.2 | 1,152 | 1,247 | 1,377 | 1,486 | 665 |
| | | | 145 | 145 | 145 | 145 | 5,110 | 5,565 | 6,090 | 6,510 | | | | 32.2 | 32.2 | 32.2 | 32.2 | 2,318 | 2,524 | 2,762 | 2,953 | 8120 |
| | 140 | 15 | 16 | 17 | 19 | 605 | 658 | 729 | 790 | 60 | | 3.4 | 3.6 | 3.8 | 4.3 | 273 | 297 | 330 | 357 | 415 | | |
| | | 32 | 34 | 38 | 40 | 1,307 | 1,421 | 1,576 | 1,708 | | | 7.3 | 7.7 | 8.6 | 9.1 | 591 | 642 | 712 | 772 | 535 | | |
| | | 58 | 63 | 69 | 75 | 2,418 | 2,629 | 2,917 | 3,160 | | | 13.2 | 14.3 | 15.7 | 17.0 | 1,093 | 1,188 | 1,318 | 1,428 | 665 | | |
| | | 111 | 123 | 137 | 145 | 4,440 | 4,920 | 5,480 | 6,080 | | | 25.2 | 27.9 | 31.1 | 32.2 | 2,014 | 2,232 | 2,486 | 2,758 | 8120 | | |
| | 160 | 10 | 11 | 13 | 14 | 533 | 588 | 661 | 723 | 71 | | 2.3 | 2.5 | 2.9 | 3.2 | 241 | 266 | 299 | 327 | 415 | | |
| | | 22 | 24 | 27 | 30 | 1,152 | 1,270 | 1,428 | 1,561 | | | 5.0 | 5.5 | 6.1 | 6.8 | 521 | 574 | 645 | 706 | 535 | | |
| | | 41 | 45 | 50 | 55 | 2,132 | 2,349 | 2,642 | 2,889 | | | 9.3 | 10.2 | 11.3 | 12.5 | 964 | 1,062 | 1,194 | 1,306 | 665 | | |
| | | 85 | 99 | 104 | 115 | 4,250 | 4,950 | 5,200 | 5,750 | | | 19.3 | 22.5 | 23.6 | 26.1 | 1,928 | 2,245 | 2,359 | 2,608 | 8120 | | |
| | 180 | 5 | 6 | 7 | 7 | 320 | 360 | 414 | 459 | 82 | | 1.1 | 1.4 | 1.6 | 1.6 | 145 | 163 | 188 | 208 | 415 | | |
| | | 13 | 14 | 16 | 18 | 800 | 902 | 1,037 | 1,150 | | | 3.0 | 3.2 | 3.6 | 4.1 | 363 | 409 | 470 | 522 | 535 | | |
| | | 25 | 28 | 32 | 35 | 1,546 | 1,743 | 2,004 | 2,221 | | | 5.7 | 6.4 | 7.3 | 7.9 | 701 | 791 | 909 | 1,007 | 665 | | |
| | | 59 | 67 | 80 | 90 | 3,540 | 4,020 | 4,800 | 5,400 | | | 13.4 | 15.2 | 18.1 | 20.4 | 1,606 | 1,823 | 2,177 | 2,449 | 8120 | | |

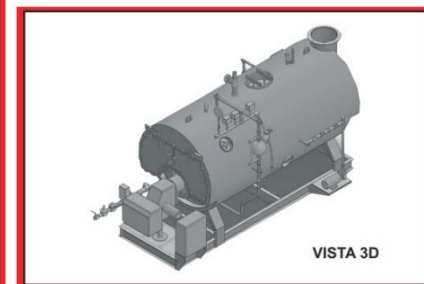
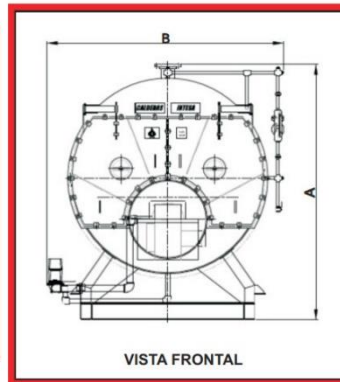
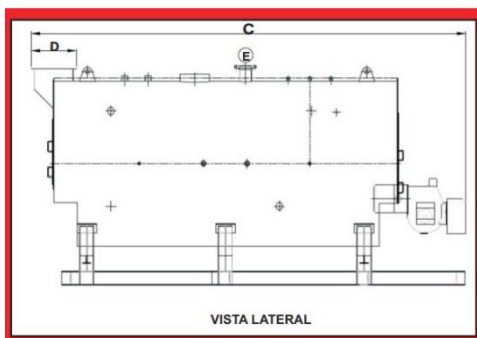
*Units may be piped in parallel when desired capacities exceed that of a single unit.

NOTES: Minimum water temperature increase is 60°F (33°C). Consult factory if less than 60°F (33°C) increase is required or a set temperature below 120°F (49°C) is required.

ANEXO - 0013. Datos técnicos de generadores a vapor



CUADRO DE DIMENSIONES DE CALDEROS DE 30 BHP A 200BHP



| POTENCIA EN BHP | 30BHP | 40BHP | 50BHP | 60BHP | 80BHP | 100BHP | 125BHP | 150BHP | 200BHP |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| Sup. de Calefacción (Pie Cuadrados) | 155 | 200 | 250 | 300 | 400 | 500 | 625 | 750 | 1000 |
| Lbs. Vapor/Hora a 212°F | 1035 | 1380 | 1725 | 2070 | 2760 | 3450 | 4313 | 5175 | 6900 |
| Miles de BTU/Hr | 1004 | 1339 | 1674 | 2009 | 2678 | 3348 | 4184 | 5021 | 6695 |
| Consumo de Combustible N°2 (GPH) | 9.0 | 12.0 | 15.0 | 17.9 | 23.9 | 29.9 | 37.4 | 44.8 | |
| Consumo de Combustible Bunker N°6 | | | | | | 28.0 | 35.0 | 41.9 | 55.8 |
| Gas 1000 BTU/Pie Cubico (MBH) | 1255 | 1674 | 2100 | 2511 | 3348 | 4185 | 5231 | 6378 | 8370 |
| Altura Total "A" (Pulg.) | 68 | 70 | 75 | 75 | 82 | 90 | 99 | 99 | 110 |
| Ancho Total "B" (Pulg.) | 62 | 62 | 68 | 68 | 71 | 79 | 92 | 92 | 100 |
| Largo Total "C" (Pulg.) | 123 | 97 | 142 | 142 | 168 | 188 | 209 | 209 | 226 |
| Chimenea "D" (Pulg.) | 10 | 12 | 14 | 14 | 15 | 15 | 20 | 20 | 20 |
| Salida de Vapor "E" (Pulg.) | | | | | | | | | |
| Contenido de Agua (Gls.) | 217 | 258 | 330 | 333 | 436 | 519 | 647 | 752 | 1000 |
| Peso Neto Kg. | 2430 | 2670 | 3100 | 3400 | 4000 | 4900 | 5900 | 6900 | 8500 |

ANEXO - 0014. Sistema de combustible gas natural

**NORMA TÉCNICA
PERUANA**

**NTP 111.010
2003**

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI
Calle de La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145

Lima, Perú

**GAS NATURAL SECO. Sistema de tuberías para
instalaciones internas industriales**

NATURAL DRY GAS. Piping system for industrial installations

**2003-11-27
1ª Edición**



TABLA 3 – Tubería de acero

| Diámetro nominal | | Espesor mínimo de la pared (mm) |
|------------------|----------|---------------------------------|
| mm | Pulgadas | |
| 10,3 | 1/8 | 1,7 |
| 13,7 | 1/4 | 2,2 |
| 17,1 | 3/8 | 2,3 |
| 21,3 | 1/2 | 2,8 |
| 26,7 | 3/4 | 2,9 |
| 33,4 | 1 | 3,4 |
| 42,2 | 5/4 | 3,6 |
| 48,3 | 1 1/2 | 3,7 |
| 60,3 | 2 | 3,9 |

TABLA 4 - Tubería de polietileno SDR 17,6 serie métrica

| Tamaño nominal (mm) | Espesor de la pared (mm) |
|---------------------|--------------------------|
| 32 | 2,3 |
| 40 | 2,3 |
| 63 | 5,8 |
| 110 | 6,3 |
| 160 | 9,1 |
| 200 | 11,4 |
| 250 | 14,2 |

TABLA 5 – Tubería de cobre

| Diámetro externo | | Espesor de pared | |
|------------------|-----------|------------------|-----------|
| pulgadas | milímetro | pulgada | milímetro |
| 5/8 | 15,9 | 0,040 | 1,02 |
| ¾ | 19,1 | 0,042 | 1,07 |
| 7/8 | 22,3 | 0,045 | 1,14 |
| 1 1/8 | 29 | 0,050 | 1,27 |

Tabla de distancias mínimas entre tuberías que conducen gas instaladas a la vista o embebidas y tubería de otros servicios

| Tubería de otros servicios | Curso paralelo | Cruce |
|----------------------------|----------------|-------|
| Conducción agua caliente | 3 cm | 1 cm |
| Conducción eléctrica | 3 cm | 1 cm |
| Conducción de vapor | 5 cm | 5 cm |
| Chimeneas | 5 cm | 5 cm |

TABLA 8 – Soportes de tuberías

| Tamaño nominal de la tubería rígida (pulgadas) | Distancia entre soportes | | Tamaño nominal de la tubería flexible (pulgadas) | Distancia entre soportes | |
|--|--------------------------|------|--|--------------------------|------|
| | m | pies | | m | pies |
| 1/2 | 1,85 | 6 | 1/2 | 1,25 | 4 |
| ¾ o 1 | 2,45 | 8 | 5/8 o ¾ | 1,85 | 6 |
| 1 1/4 ó mayores (horizontales) | 3,0 | 10 | 7/8 o 1 | 2,45 | 8 |
| 1 1/4 ó mayores (verticales) | Una en cada nivel o piso | | | | |

ANEXO - 0015. Sistema de agua blanda y dura

ROHM AND HAAS COMPANY

PHILADELPHIA, PENNSYLVANIA 19105

FLUID PROCESS CHEMICALS



AMBERLITE ION EXCHANGE RESINS

AMBERLITE® IR-120 PLUS

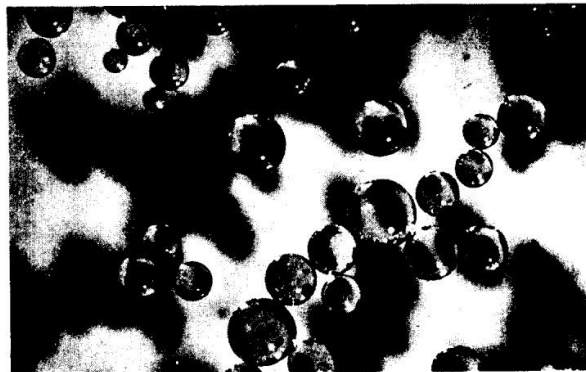
Amberlite IR-120 Plus is a high-quality, gel-type, synthetic, high-capacity, cation exchange resin of the sulfonated polystyrene type. It is supplied in the hydrogen or sodium form as clear, light yellow, spherical particles, virtually perfect in bead appearance, for use in industrial water softening, dealkalization, deionization or for chemical processing applications. Amberlite IR-120 Plus combines the properties of high capacity and good resistance to bead fracture from attrition or osmotic shock, offering a minimum of pressure drop across the resin bed under a wide variety of operating conditions.

IMPORTANT FEATURES OF AMBERLITE IR-120 PLUS

HIGH CAPACITY: Each cubic foot of Amberlite IR-120 Plus exhibits an operating capacity and regeneration efficiency at least equivalent to that of conventional, gel type, high capacity cation exchange resins and will remove 30,000 grains of hardness (calculated as calcium carbonate) when regenerated with 15 pounds (6.8 Kg.) of salt.

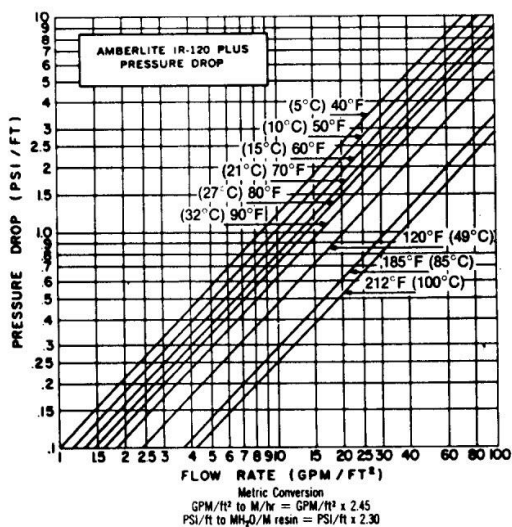
GOOD RESISTANCE TO BEAD FRACTURE: Amberlite IR-120 Plus is superior to the conventional, gel type, high capacity cation exchange resins with respect to resistance to particle fracturing. The resistance of this resin to oxidation is the same as that of conventional resins since it is crosslinked to the same degree.

STABLE OVER THE ENTIRE pH RANGE.
INSOLUBLE IN ALL COMMON SOLVENTS.



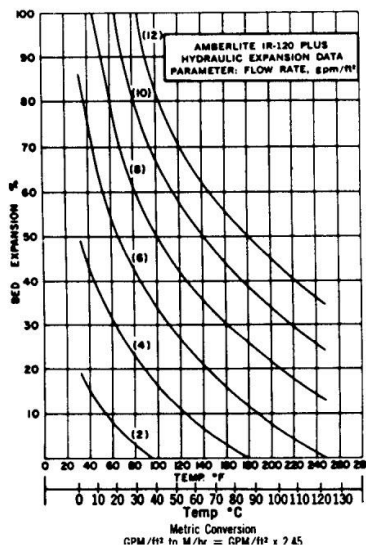
HYDRAULIC CHARACTERISTICS

PRESSURE DROP—The approximate pressure drop for each foot of Amberlite IR-120 Plus bed depth in normal downflow operation at various water temperatures and rates of flow are shown in the graph.



© Rohm and Haas Company 1978

BACKWASH—After each service cycle, Amberlite IR-120 Plus should be backwashed for approximately 10 minutes with water to reclassify the resin particles and purge the bed of any suspended insoluble material which may have collected on top of the resin. The resin bed should be expanded a minimum of 50% during backwash.



PHYSICAL CHARACTERISTICS

PHYSICAL FORM—Hard, attrition resistant, light yellow, 16-50 mesh (U.S. Standard Screens), fully hydrated spherical particles.

SHIPPING WEIGHT—53 lbs/ft³ (848 g/l)—sodium form
—50 lbs/ft³ (800 g/l)—hydrogen form

MOISTURE CONTENT—45%*

EFFECTIVE SIZE—0.50 mm*

UNIFORMITY COEFFICIENT—1.6*

DENSITY—51 lbs/ft³ (816 g/l)

VOID VOLUME—35 to 40%

*Approximate

SUGGESTED OPERATING CONDITIONS

(Sodium or Hydrogen Cycle)

| | |
|---------------------|-------------------------------------|
| pH | 1.0 to 14.0 |
| Maximum Temperature | 250°F (121°C) |
| Minimum Bed Depth | 24 inches (0.61 m) |
| Backwash Flow Rate | See detailed information |
| Service Flow Rate | 2 gpm/ft ³ (16.0 l/hr/l) |

HYDROGEN CYCLE OPERATION

The recommended regeneration conditions for hydrogen cycle operation of Amberlite IR-120 Plus are listed below:

REGENERANT CONCENTRATION*—4 to 10% HCl or 1 to 5% H₂SO₄

REGENERANT FLOW RATE—0.5 to 1.0 gpm/ft³ (4.0 to 8.0 l/hr/l)

RINSE FLOW RATE—Initially same as regenerant flow rate then can be increased to 1.5 gpm/ft³ (12.0 l/hr/l)

RINSE WATER REQUIREMENTS—25 to 75 gal/ft³ (3.4 to 10.1 l/l)

REGENERATION—The tables below show the relationship between capacity and levels of sulfuric and hydrochloric acid for regeneration. Sulfuric acid concentration used after NaCl exhaustion was 10%. After CaCl₂ exhaustion, regeneration using 2% sulfuric acid was employed to avoid calcium sulfate precipitation. A 10% solution of hydrochloric acid was used in both NaCl and CaCl₂ exhaustion studies.

*See Safe Handling Information Section.

ACID REGENERATION

| Exhausting Solution (ppm as CaCO ₃) | Regeneration Level (lbs of 88% H ₂ SO ₄ /ft ³ of resin) | g acid/l resin | Capacity (kg as CaCO ₃ /ft ³ resin) | g CaCO ₃ /l |
|---|--|----------------|---|------------------------|
| 500 ppm NaCl | 5.0 | 80 | 19.0 | 43.5 |
| | 10.0 | 160 | 25.0 | 57.3 |
| 500 ppm CaCl ₂ | 5.0 | 80 | 12.5 | 28.6 |
| | 10.0 | 160 | 17.0 | 38.9 |

| Exhausting Solution (ppm as CaCO ₃) | Regeneration Level (lbs of 38% HCl/ft ³ of resin) | g acid/l resin | Capacity (kg as CaCO ₃ /ft ³ resin) | g CaCO ₃ /l |
|---|--|----------------|---|------------------------|
| 500 ppm CaCl ₂ | 5 | 80 | 11.0 | 25.2 |
| | 15 | 240 | 22.5 | 51.5 |
| | 25 | 400 | 27.5 | 63.0 |

SODIUM CYCLE OPERATION

Amberlite IR-120 Plus will provide excellent performance in both cold sodium cycle softeners and in hot process systems. The recommended regeneration conditions for sodium cycle operation are listed below:

REGENERANT CONCENTRATION*—10% NaCl

REGENERANT FLOW RATE—1 gpm/ft³ (8.0 l/hr/l)

RINSE FLOW RATE—1 gpm/ft³ (8.0 l/hr/l) initially then 1.5 gpm/ft³ (12.0 l/hr/l)

RINSE WATER REQUIREMENTS—25 to 75 gal/ft (3.4 to 10.1 l/l)

REGENERATION—The relationship between regeneration level and capacity is summarized in the table below. Data were obtained using 500 ppm. (as CaCO₃) calcium chloride solution. Capacities have been adjusted downward to typify performance of material meeting *minimum* production specifications.

| Regeneration Level (lbs NaCl/ft ³ resin) | g NaCl/l resin | Capacity (kg as CaCO ₃ /ft ³ resin) | g CaCO ₃ /l resin | Regeneration Efficiency (lbs NaCl/kg [*] removed) | g NaCl/g CaCO ₃ removed |
|---|----------------|---|------------------------------|--|------------------------------------|
| 5.0 | 80 | 17.8 | 40.8 | 0.28 | 1.96 |
| 15.0 | 240 | 29.3 | 67.1 | 0.51 | 3.57 |
| 25.0 | 400 | 34.0 | 77.9 | 0.74 | 5.13 |

*See Safe Handling Information Section.

APPLICATIONS

SOFTENING—The durability and high capacity of Amberlite IR-120 Plus permits its use for industrial softening of water regardless of its hardness content. Its good resistance to breakdown offers minimum generation of fines and therefore longer operation at the designed pressure drop than standard gel type cation exchange resin.

DEIONIZATION—The use of Amberlite IR-120 Plus with strongly basic anion exchange resins, such as Amberlite IRA-400 or Amberlite IRA-402, in two bed or Monobed ion exchange resin deionization equipment will provide water of excellent quality for boiler feed or other industrial purposes.

CHEMICAL PROCESSING—The good physical strength of Amberlite IR-120 Plus makes it an excellent resin choice for chemical process applications.

SAFE HANDLING INFORMATION: A Material Safety Data Sheet is available for Amberlite IR-120 Plus. To obtain a copy contact your Rohm and Haas representative.

CAUTION: Acidic and basic regenerant solutions are corrosive and should be handled in a manner that will prevent eye and skin contact. Nitric acid and other strong oxidizing agents can cause explosive type reactions when mixed with ion exchange resins. Proper design of process equipment to prevent rapid buildup of pressure is necessary if use of an oxidizing agent such as nitric acid is contemplated. Before using strong oxidizing agents in contact with ion exchange resins, consult sources knowledgeable in the handling of these materials.

AMBERLITE and MONOBED are trademarks of Rohm and Haas Company, or of its subsidiaries or affiliates. The Company's policy is to register its trademarks where products designated thereby are marketed by the Company, its subsidiaries or affiliates.

These suggestions and data are based on information we believe to be reliable. They are offered in good faith, but without guarantee, as conditions and methods of use of our products are beyond our control. We recommend that the prospective user determine the suitability of our materials and suggestions before adopting them on a commercial scale.

Suggestions for uses of our products or the inclusion of descriptive material from patents and the citation of specific patents in this publication should not be understood as recommending the use of our products in violation of any patent or as permission or license to use any patents of the Rohm and Haas Company.

technical bulletin
fluid process
chemicals



Amberlite® IR-120 Plus

IMPORTANT NOTICE

The fundamental data contained in this technical bulletin may not be applicable to all field situations without some modification. An engineering company or equipment manufacturer, who will give consideration to the specific conditions of operation, should be consulted before any attempt is made to use these data in the design of a commercial scale operation.

IR-120 Plus exhibits very good stability after even prolonged exposure to mineral acids and 5% caustic. The resin has been subjected to thousands of operational cycles in which no evidence of physical or chemical breakdown has appeared. In a large municipal installation, over 13 million gallons of water have been softened by each cubic foot of Amberlite IR-120 Plus with no loss of capacity or indication of physical breakdown.

In addition to high capacity and good physical and chemical stability, the unifunctionality, high density, and particle-size uniformity of Amberlite IR-120 Plus have resulted in widespread acceptance of this exchanger in the water conditioning field and have dictated its consideration for many specialty uses. These include, among others: sugar processing, waste treatment, catalysis, plant nutrition, and pharmaceutical manufacture.

In hydrogen cycle operation, the high capacity of Amberlite IR-120 Plus and its years of successful field application make this the cation exchange resin of choice. When used in conjunction with an Amberlite anion exchange, either Monobed® or multiple bed deionization, the ultimate in satisfactory service is provided.

introduction

High exchange capacity, excellent stability at elevated temperatures, and good chemical resistance over a wide pH range are a few of the outstanding properties of the gelular, strongly acidic, cation exchange resin, Amberlite IR-120 Plus.

This high density, sulfonic acid type ion exchange resin is produced in the form of attrition resistant, spherical particles and can be utilized in either sodium or hydrogen cycle operation. At practical regeneration levels (14 lbs. NaCl [224 g/l]), in the sodium cycle, Amberlite IR-120 Plus exhibits a minimum exchange capacity of 28 kgr as $\text{CaCO}_3/\text{ft}^3$ (64.1g CaCO_3/l).

Laboratory tests simulating unusually severe process conditions have shown that Amberlite

summary

Table I summarizes data presented in these notes and suggests operating conditions under which optimum results can be realized in the use of Amberlite IR-120 Plus.

table I—suggested operating conditions

| | Sodium Cycle | Hydrogen Cycle |
|---------------------------|---|--|
| pH | 1.0 to 14.0 | 1.0 to 14.0 |
| Maximum Temperature | 250°F (121°C) | 250°F (121°C) |
| Minimum Bed Depth | 24 inches (0.61 m) | 24 inches (0.61 m) |
| Backwash Flow Rate | 6 gpm/ft ² @ 72°F (14.7 m/hr @ 22°C) | 6 gpm/ft ² @ 72°F (14.7 m/hr @ 22°C) |
| Regenerant Concentration* | 10% NaCl | 10% HCl or 1 to 5% H ₂ SO ₄ |
| Regeneration Flow Rate | 0.5 to 1 gpm/ft ² (4.0 to 8.0 l/hr/l) | 0.5 to 1.0 gpm/ft ² HCL (4.0 to 8.0 l/hr/l) 0.5 to 2.0 gpm/ft ² H ₂ SO ₄ (4.0 to 16.0 l/hr/l) |
| Regeneration Level | See Page 8 | See Pages 9 to 13 |
| Rinse Flow Rate | 1.0 gpm/ft ² (8.0 l/hr/l) initially then 1.5 gpm/ft ² (12.0 l/hr/l) | 0.5 to 0.75 gpm/ft ² (4.0 l/hr/l) initially then 1.5 gpm/ft ² (12.0 l/hr/l) |
| Rinse Water Requirements | 25-75 gals/ft ² (3.4 to 10.0 l/l) | 25-75 gals/ft ² (3.4 to 10.0 l/l) |
| Service Flow Rate | 2 gpm/ft ² (16.0 l/hr/l) | 2 gpm/ft ² (16.0 l/hr/l) |
| Exchange Capacity | See Page 8 | See Pages 9 to 13 |

*See Safe Handling Section

table II—physical characteristics

| | |
|--------------------------|---|
| Ionic Form (as supplied) | Sodium or Hydrogen |
| Shape | Spherical Particles |
| Moisture | 45%* |
| Density | 48 to 54 lbs/ft ³ (768 to 864 g/l) |
| Shipping Weight† | 53 lbs/ft ³ (848 g/l) |
| Effective Size | 0.50 mm* |
| Screen Grading (Wet) | 16 to 50 mesh (U.S. Standard Screens) |
| Uniformity Coefficient | 1.8 maximum |
| Fines Content | 0.7% maximum through 50 mesh U.S. Standard Screens |

*approximate

†Since wall effects are far less important in large diameter columns, 53 lbs of backwashed and drained Amberlite IR-120 Plus may occupy a volume slightly less than one cubic foot. In these cases, at least the same minimum total column capacity calculated from data presented in these notes will be achieved because both capacities and densities are based on laboratory tests using a one-inch diameter column.



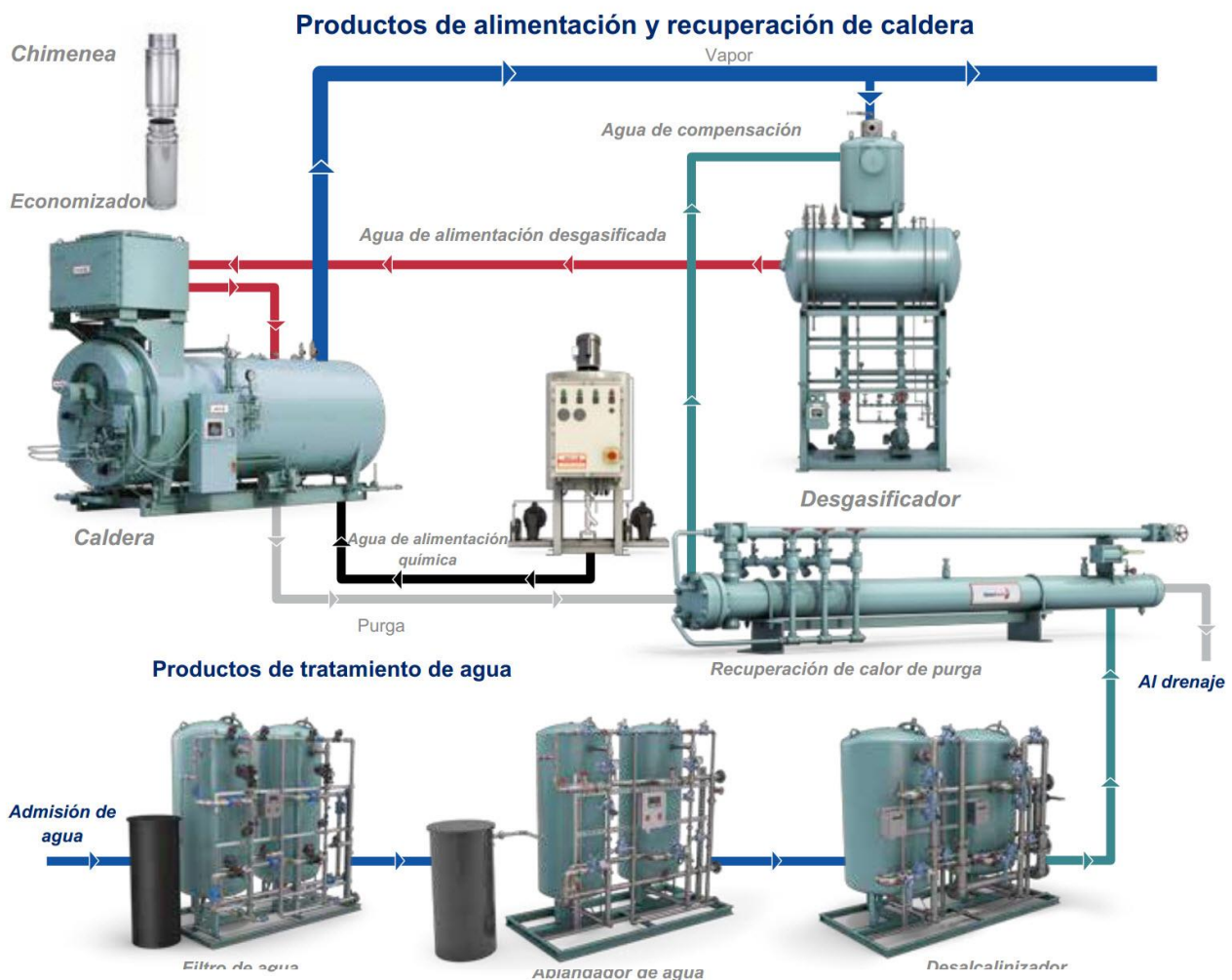
SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUA

Mejore el desempeño, proteja su sistema y ahorre dinero

INTEGRACIÓN TOTAL DE TRATAMIENTO DE AGUA, DE UN SOLO PROVEEDOR

Cleaver-Brooks es el proveedor líder en sistemas de agua para caldera, incluyendo productos de tratamiento de agua y recuperación de alimentación y condensado de caldera, y es el único proveedor en el mundo que tiene un sistema totalmente integrado de un solo proveedor. Otros fabricantes dependen de equipo proveniente de una gran variedad de fuentes, que simplemente se ensamblan juntos, y que pueden poner en peligro la compatibilidad, desempeño y calidad. Los productos Cleaver-Brooks están diseñados para una alta eficiencia, y cumplen con los requerimientos de emisiones más estrictos en los Estados Unidos. Desde pre-tratamiento hasta post-tratamiento, de tratamiento de agua a separadores, nuestra ingeniería asegura que las soluciones estén diseñadas para satisfacer las necesidades de su sistema de caldera y especificaciones. Con tecnología de punta y experiencia construida durante 80 años en la industria, podemos satisfacer prácticamente cualquier necesidad de tratamiento de agua.

El sistema de vapor





Resumen de sistemas de tratamiento de agua

| | Modelo | Vapor | Agua caliente | Capacidad | Características |
|-------------------------------------|---|-------|-------------------|---|---|
| PRODUCTOS DE EQUIPO PRE-TRATAMIENTO | ABLANDADORES DE AGUA | | | | |
| | SMR y FMR | • | • | 20,000-1,500,000 intercambio de granos | Índices de flujo desde 2 hasta 450 gpm. Compatible con todas las aplicaciones de caldera. |
| | FSE y SSE | • | • | 20,000-1,200,000 intercambio de granos | Índices de flujo desde 8 hasta 350 gpm. Temperaturas de operación desde 40° hasta 100°F. |
| | CRS | • | • | 15,000-450,000 intercambio de granos | Índices de flujo desde 12 hasta 45 gpm. Las válvulas y control pre-cableados y listos para programar. |
| | DESALCALINIZADORES | | | | |
| | CDAS | • | • | 50,000-980,00 granos | Índices de flujo desde 10 hasta 300 gpm. Tamaños de tanque de 20" a 72". |
| | CDAF | • | • | 10,000-100,000 granos | Índices de flujo desde 2.5 hasta 50 gpm. Tamaños de tanque de 9" a 30". |
| | SISTEMAS DE FILTRACIÓN | | | | |
| | FBS | • | • | ---- | Índices de flujo desde 10 hasta 800 gpm (dependiendo del filtro seccional) |
| | FBF | • | • | ---- | Índices de flujo desde 2 hasta 96 gpm. Montado en la parte superior, totalmente ajustable, válvulas de bronce para control. |
| | SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN QUÍMICA | | | | |
| | CFS | • | • | Presión de hasta 1,000 psig | Tamaños de tanque desde 20 hasta 500 galones. Bombas totalmente ajustables de 0.015 gph a 60 gph. |
| SISTEMAS DE ÓSMOSIS INVERSA | | | | | |
| CRO | • | • | 14,000-72,000 gpd | Sistemas de 10 gpm a 50 gpm. Disponible para aplicaciones de vapor y agua caliente. | |

| | Modelo | Vapor | Agua caliente | Características |
|--------------------------------------|--|-------|---|---|
| PRODUCTOS DE EQUIPO POST-TRATAMIENTO | ENFRIADORES DE MUESTRAS | | | |
| | SC | • | • | Las calderas de vapor usan el modelo SC-42. Las calderas de agua caliente usan el modelo SC-22. |
| | SEPARADORES DE PURGA | | | |
| | BDS | • | • | Soporta una presión de operación de caldera desde 0 hasta 300 psig. |
| | TANQUES DE PURGA | | | |
| | BDT | • | • | Diseño simple y fácil de mantener. Tanques de 18" a 72". |
| | CONTROLADORES DE TRATAMIENTO DE AGUA DE CALDERA | | | |
| | CLC | • | • | Control de microprocesador. Incluye válvula de bola, kit de tubería, placa de orificio y sensor de conductividad. |
| | SILENCIADORES DE ESCAPE | | | |
| | CSP | • | | Reducción de ruido desde 24.4 a 48.4 dB (dependiendo del modelo). |
| | CABEZAS DE ESCAPE | | | |
| | CEX | • | • | Auto-limpieza y auto-drenado. |
| | SEPARADORES CENTRÍFUGOS | | | |
| | CIS | • | | Configuraciones vertical y horizontal con muchos tamaños disponibles. |
| | SEPARADORES DE VAPOR | | | |
| | CMS | • | | Provee vapor seco. Reduce las fluctuaciones de nivel de agua de caldera. |
| SEPARADORES DE VAPOR FLASH | | | | |
| FSS | • | | Sello de código ASME. Rápido retorno de su inversión. | |

Productos de equipo de pre-tratamiento

El equipo de pre-tratamiento Cleaver-Brooks se utiliza antes de que el agua alcance la caldera, y trata el agua para que tenga la calidad requerida para una operación de caldera exitosa. Es apropiado tanto para aplicaciones de agua caliente como de vapor. Este equipo le ayudará a proteger el equipo de caldera, proveyendo un agua tratada de alimentación de caldera de la más alta calidad.

Ablandadores de agua

Nuestros ablandadores de agua de intercambio iónico retiran la dureza del agua, previniendo la acumulación de sarro en las superficies de transferencia de calor, y ayudando a mantener una eficiencia máxima de caldera. Retirar la dureza reduce también la necesidad de adquirir costosos tratamientos químicos de agua, para controlar el sarro. Los ablandadores de agua Cleaver-Brooks están disponibles en diseño de paquete para virtualmente cualquier aplicación, comercial o industrial. Se recomienda un ablandador de agua en aquellos casos en que la dureza del agua sin tratar excede 1 ppm. Hay ablandadores de agua para todos los tamaños de calderas, incluyendo calderas múltiples, de vapor o agua caliente.

Modelo SMR y FMR

Disponibles con diseños de tanques individual, doble o triple, e incluye tanque(s) de resina, tanque de salmuera, resina, tubería frontal, diafragma, válvula de canasta y controlador de ciclo. Los caracterizan tanques de acero de carbono con interiores cubiertos de epoxi, su utilización de válvulas diafragma activadas por agua, así como un controlador electrónico.



Características

- Compatible con todas las aplicaciones de caldera
- Tamaño para capacidad de intercambio desde 20,000 hasta 1,500,000 granos
- Índices de flujo desde 2 hasta 450 gpm
- Tubería exterior de acero galvanizado con conexiones de hierro fundido
- Medidores de presión de admisión/escape
- Alojamiento eléctrico NEMA 4
- Sistemas pre-cableados y pre-entubados montados en patines, opcionales
- Tanques con sello de código ASME, opcionales

Sistemas de alimentación química – Modelo CFS

Los sistemas de alimentación química tratan el agua de alimentación de caldera y acondicionan la purga, proveyendo una medida extra de protección contra el sarro y la corrosión. Los sistemas automáticos están disponibles para instalaciones de caldera individuales o múltiples. Están totalmente empacados y pueden equiparse ya sea con bombas de pistón o de diafragma. Cleaver-Brooks le ofrece también alimentadores de bypass y de tiro.



Características

- Para aplicaciones de vapor y agua caliente
- Disponible para cualquier tamaño de caldera
- Tamaños de tanque desde 20 hasta 500 galones
- Materiales de tanque: poli, acero de carbono, acero inoxidable y overpack
- Presión de hasta 1,000 psig
- Bombas totalmente ajustables de 0.015 GPH a 60 GPH

Sistemas de ósmosis inversa – Modelo CRO

Diseñados para aplicaciones de tratamiento de agua de caldera, proveen agua de alta pureza (98-99% de reducción de sales). Nuestros sistemas de ósmosis inversa retiran minerales disueltos, partículas e impurezas orgánicas. Al igual que todos los sistemas Cleaver-Brooks, se construyen usando componentes y materiales de la más alta calidad, para un desempeño excepcional.

Características

- Para aplicaciones de vapor y agua caliente
- Disponible para cualquier tamaño de caldera
- Sistemas de 10 gpm – 50 gpm
- Capacidad de 14,400 a 72,000 gpd
- Panel de control NEMA 4
- Montado en patines, totalmente empacado
- Muchas opciones disponibles, para ajustarse a los requerimientos de su aplicación



Selección del Suavizador

Ahora ya estamos listos para procesar un cálculo típico para seleccionar un suavizador , la información debera de ser primero reunida , basada en todos los aspectos mencionados en esta sección. Una lista de todos los factores de diseño , deberá de ser primero realizada. Lo siguiente representa una caldera típica , de donde nosotros calcularemos la demanda de un suavizador.

- **Determinar la Dureza en el agua**

El análisis recibido o muestreado es en partes por millón (ppm) , convertirlo a granos por galon (gpg) , dividiéndolo entre 17.1 ; $342/17.1 = 20$ gpg

- **Determinar los caballos vapor caldera (caballos de fuerza)**

Si la capacidad de la caldera la tenemos en libras por hora de vapor. Convertirla a caballos (HP) , 3450 libras por hora entre 34.5 = 100 HP (ver tabla de conversión)

- **Determinar la alimentación de agua máxima a la caldera**

La capacidad de la caldera es de 100 HP (caballos de fuerza) , convertir los HP a galones de agua por hora necesarios para alimentar la caldera , $HP \times 4.25$ galones por hora , $100 \times 4.25 = 425$ galones por hora

- **Determinar la cantidad de condensados de retorno o recuperados , y determinar la alimentación neta a la caldera.**

La alimentación de diseño es de 425 galones por hora , si el retorno de condensados es del 50% , por lo tanto 212.5 galones , la alimentación neta será de $425 - 212.5 = 212.50$ galones por hora.

- **Determinar la alimentación total requerida por día**

212.50 galones por hora , si el sistema opera 16 horas por día , 212.50×16 horas = 3400 galones por día.

- **Determinar los granos totales de dureza a remover por día**

3400 galones por día con una dureza de 20 gpg (granos por galón) será $3400 \times 20 = 68,000$ granos de dureza se necesita remover al día.

CD. MÉXICO: Tenango #46 , La Loma, Tlalnepantla, EM, 54060 Conm (5) 565 8876, Fax (5) 370 9489, econetmx@infoselnetmx
MONTERREY: Físicos #207, Tecnológico , Monterrey, NL, 64700. Tel (8) 358 7522. Fax (8) 387 3216
LEÓN: Madero #309, Centro, León, Gto, 37000. Tel (47) 13 1548 Fax (47) 13 1548, www.econext.com.mx

ANEXO - 0016. Factor de evaporación generadores a vapor

Ing. Carlos Gordillo Andía
 ASESOR DE PROYECTOS TERMICOS
 C.P. 35524

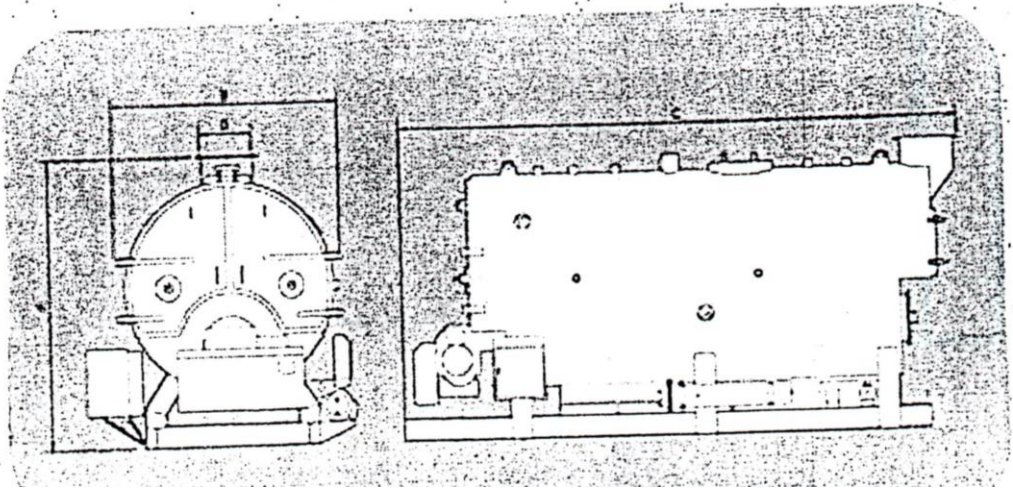
FACTOR DE EVAPORACION

Factor de evaporación es la relación que existe entre la evaporación nominal, desde y a 100°C (desde y a 212°F) y la evaporación real bajo las condiciones efectivas de trabajo de la caldera.

$$\text{Factor de Evaporación} = \frac{\text{Evaporación Nominal}}{\text{Evaporación Real}}$$

Un caballo caldera según A.S.M.E. es la evaporación de 15.65 Kg/hr. (34.5 Lbs/hr.) partiendo de agua a 100°C (212°F) hasta vapor de 100°C (212°F).

| Temperatura de saturación | Presión Kg/cm ² / Lbs/pul ² (Psi) | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|---|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| | 0.35 | 0.70 | 1.41 | 3.52 | 4.92 | 6.33 | 7.03 | 7.73 | 9.14 | 10.5 | 12.0 | 13.4 | 14.1 | 15.3 | 17.6 | |
| °C | 5 | 70 | 70 | 50 | 70 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | |
| 0.0 | 32 | 1.19 | 1.70 | 1.214 | 1.219 | 1.223 | 1.235 | 1.236 | 1.239 | 1.231 | 1.233 | 1.235 | 1.236 | 1.237 | 1.238 | |
| 4.4 | 40 | 1.13 | 1.18 | 1.15 | 1.206 | 1.211 | 1.217 | 1.218 | 1.221 | 1.223 | 1.225 | 1.227 | 1.227 | 1.229 | 1.231 | |
| 10.0 | 50 | 1.17 | 1.17 | 1.18 | 1.196 | 1.201 | 1.205 | 1.206 | 1.211 | 1.213 | 1.215 | 1.216 | 1.217 | 1.219 | 1.220 | |
| 15.4 | 60 | 1.16 | 1.16 | 1.17 | 1.185 | 1.190 | 1.194 | 1.196 | 1.199 | 1.200 | 1.202 | 1.204 | 1.207 | 1.209 | 1.210 | |
| 21.1 | 70 | 1.15 | 1.15 | 1.16 | 1.175 | 1.180 | 1.184 | 1.186 | 1.187 | 1.190 | 1.192 | 1.194 | 1.196 | 1.198 | 1.200 | |
| 26.7 | 80 | 1.14 | 1.14 | 1.15 | 1.162 | 1.170 | 1.174 | 1.176 | 1.177 | 1.180 | 1.182 | 1.184 | 1.186 | 1.188 | 1.189 | |
| 32.3 | 90 | 1.13 | 1.13 | 1.14 | 1.154 | 1.160 | 1.164 | 1.165 | 1.167 | 1.170 | 1.172 | 1.173 | 1.175 | 1.176 | 1.179 | |
| 37.9 | 100 | 1.12 | 1.12 | 1.13 | 1.144 | 1.149 | 1.153 | 1.155 | 1.156 | 1.159 | 1.161 | 1.163 | 1.165 | 1.166 | 1.169 | |
| 43 | 110 | 1.11 | 1.11 | 1.12 | 1.134 | 1.139 | 1.143 | 1.145 | 1.146 | 1.149 | 1.151 | 1.153 | 1.155 | 1.157 | 1.159 | |
| 49 | 120 | 1.10 | 1.10 | 1.11 | 1.124 | 1.129 | 1.133 | 1.134 | 1.136 | 1.139 | 1.141 | 1.143 | 1.144 | 1.145 | 1.148 | |
| 54 | 130 | 1.09 | 1.09 | 1.10 | 1.113 | 1.118 | 1.123 | 1.124 | 1.126 | 1.128 | 1.130 | 1.132 | 1.134 | 1.135 | 1.138 | |
| 60 | 140 | 1.08 | 1.08 | 1.09 | 1.103 | 1.108 | 1.112 | 1.114 | 1.115 | 1.118 | 1.120 | 1.122 | 1.124 | 1.125 | 1.128 | |
| 66 | 150 | 1.07 | 1.07 | 1.08 | 1.093 | 1.099 | 1.102 | 1.104 | 1.105 | 1.108 | 1.110 | 1.112 | 1.114 | 1.116 | 1.118 | |
| 71 | 160 | 1.06 | 1.06 | 1.07 | 1.077 | 1.083 | 1.087 | 1.091 | 1.093 | 1.097 | 1.100 | 1.102 | 1.104 | 1.106 | 1.109 | |
| 77 | 170 | 1.05 | 1.05 | 1.06 | 1.072 | 1.077 | 1.081 | 1.084 | 1.087 | 1.089 | 1.091 | 1.093 | 1.094 | 1.095 | 1.097 | |
| 82 | 180 | 1.04 | 1.04 | 1.05 | 1.062 | 1.067 | 1.071 | 1.073 | 1.074 | 1.077 | 1.079 | 1.081 | 1.083 | 1.085 | 1.087 | |
| 88 | 190 | 1.03 | 1.03 | 1.04 | 1.052 | 1.057 | 1.061 | 1.062 | 1.064 | 1.066 | 1.069 | 1.071 | 1.073 | 1.075 | 1.076 | |
| 93 | 200 | 1.02 | 1.02 | 1.03 | 1.041 | 1.047 | 1.050 | 1.052 | 1.053 | 1.056 | 1.058 | 1.060 | 1.062 | 1.064 | 1.066 | |
| 99 | 210 | 1.01 | 1.01 | 1.02 | 1.031 | 1.036 | 1.040 | 1.042 | 1.043 | 1.046 | 1.048 | 1.050 | 1.052 | 1.054 | 1.056 | |



ANEXO - 0017. Normas y especificaciones para tuberías de fuerza

Tabla 14-1. NORMAS Y ESPECIFICACIONES PARA TUBERIAS DE PLANTAS DE FUERZA
(Resumen. Consultense las normas ASA y ASTM para información completa ***)

| | Hasta °C | Material | Especificaciones A. ASTM | Reig. ASA | | * Esfuerzo 121°C | máx 232°C | permitido 343°C | en 454°C | Kg/cm ² 538°C | | | | | | | | | | | |
|-----|--------------------|---|--|---------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------|-----------------------------|-------|----------------|----------------------------|----------------------------|--------|-----|-------|------------|----------------|------------|-------------|
| | | | | kg/cm ² máx | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1. | 232 | Acero al carbón | A-120 Soldado para hogar y estirado sin costura A-139 Soldado por fusión | 8.79 | B-W L-W S | 439 591 731 | 401 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | 17.58 | F-W-A F-W-B | 591 742 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | 28.12 | R-W-A R-W-B | 717 896 | .717 896 |
| 243 | Acero al carbón | A-135 Soldado por fusión servicio semej. A-53 | 17.58 Sin C 28.12 | B-W L-W S-A S-B | 475 633 844 1 055 | 475 633 844 1 055 | 422 450 844 1 055 | 422 450 844 1 055 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | Sold. | B-W L-W | 475 633 | 475 633 | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | 17.58 | B-W L-W | 422 541 | 422 450 | |
| 399 | Acero al carbón | A-53 Tubo forjado para usos generales soldado y sin costura | 105.46 | S-A S-B | 844 1 055 | 844 1 055 | 844 1 055 | 844 1 055 | 844 1 055 | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | Hierro dulce | A-72 Hierro forjado | 105.46 | S | 967 | 967 | 967 | 967 | 925 | 925 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 454 | Acero al carbón | A-280 Sin cost. con poco cromo baja-510° máx | 105.46 | S-1 Cr S-2 Cr | 1 055 1 055 | 1 055 1 055 | 1 055 1 055 | 1 055 1 055 | 1 055 1 055 | 548 436 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | Acero C-mo | A-206 Ale. temp. sin cost. | 105.46 | S | 967 | 967 | 967 | 967 | 925 | 925 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 649 | Acero Cr-Mo | A-280 Sin cost. con poco cromo baja-510° máx | 105.46 | S-1 Cr S-2 Cr | 1 055 1 055 | 1 055 1 055 | 1 055 1 055 | 1 055 1 055 | 1 055 1 055 | 548 436 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | 482 | Acero C-mo | A-206 Ale. temp. sin cost. | 105.46 | S | 967 | 967 | 967 | 967 | 925 |
| 649 | Acero Cr-Mo | A-158 Sin costura-aleación rica en cromo | 105.46 | S-1 Cr S-2 Cr | 1 055 1 055 | 1 055 1 055 | 1 055 1 055 | 1 055 1 055 | 1 055 1 055 | 548 436 | | | | | | | | | | | |

* Abreviaturas usadas: BW = soldada a tope; LW = soldadura solapada; FW, RW = soldadura fundida o calentada por resistencia; S = sin costura; A, B = grados de ductilidad; 1/4Cr = 1/4% de aleación de Cr - Mo.

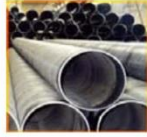
** ASA B31.1 Reglamento para tuberías de plantas de fuerza. Los esfuerzos dados incluyen el factor de seguridad necesario, porque estos metales tienen sus esfuerzos últimos de 3 500 a 7 000 kg/cm².

*** Cuando sean necesarios valores exactos, la interpolación que se haga con esta tabla podrá dar el 10% de error.

ACEROS PARA TUBERIAS

Ing. Carlos Gordillo Andía
ASESOR DE PROYECTOS TERMICOS
CIP. 30624

ANEXO - 0018. Tuberías comerciales de acero al carbono



**TUBERIA DE ACERO AL CARBONO
API 5L / ASTM A53 / A106**

www.vemacero.com

| Diámetro Nominal NPS DN | | Diámetro Exterior Real | | Espesor de Pared | | Identificación | | Peso del Tubo | | ASTM A53 PRESION DE PRUEBA | | | |
|-------------------------------|-------------------|---------------------------|-------|-------------------|---------------------|-----------------|----------|---------------|-------|----------------------------|--------|---------|--------|
| Pulgadas in. | Milímetros mm. | (in.) | mm. | Pulgadas (in.) | Milímetros (mm.) | Weight Class | Schedule | lb/pie | kg/m | Grado A | | Grado B | |
| | | | | | | | | | | psi | Kg/cm2 | psi | Kg/cm2 |
| 1/2 | 15 | 0.840 | 21.3 | 0.109 | 2.77 | STD | 40 | 0.85 | 1.27 | 700 | 49 | 700 | 49 |
| | | | | 0.147 | 3.73 | XS | 80 | 1.09 | 1.62 | 850 | 60 | 850 | 60 |
| 3/4 | 20 | 1.050 | 26.7 | 0.113 | 2.87 | STD | 40 | 1.13 | 1.69 | 700 | 49 | 700 | 49 |
| | | | | 0.154 | 3.91 | XS | 80 | 1.47 | 2.20 | 850 | 60 | 850 | 60 |
| 1 | 25 | 1.315 | 33.4 | 0.133 | 3.38 | STD | 40 | 1.68 | 2.50 | 700 | 49 | 700 | 49 |
| | | | | 0.179 | 4.55 | XS | 80 | 2.17 | 3.24 | 850 | 60 | 850 | 60 |
| 1-1/4 | 32 | 1.660 | 42.2 | 0.140 | 3.56 | STD | 40 | 2.27 | 3.39 | 1200 | 84 | 1300 | 91 |
| | | | | 0.191 | 4.85 | XS | 80 | 3.00 | 4.47 | 1800 | 127 | 1900 | 134 |
| 1-1/2 | 40 | 1.900 | 48.3 | 0.145 | 3.68 | STD | 40 | 2.72 | 4.05 | 1200 | 84 | 1300 | 91 |
| | | | | 0.200 | 5.08 | XS | 80 | 3.63 | 5.41 | 1800 | 127 | 1900 | 134 |
| 2 | 50 | 2.375 | 60.3 | 0.154 | 3.91 | STD | 40 | 3.65 | 5.44 | 2300 | 162 | 2500 | 176 |
| | | | | 0.218 | 5.54 | XS | 80 | 5.02 | 7.48 | 2500 | 176 | 2500 | 176 |
| 2-1/2 | 65 | 2.875 | 73 | 0.203 | 5.16 | STD | 40 | 5.79 | 8.63 | 2500 | 176 | 2500 | 176 |
| | | | | 0.276 | 7.01 | XS | 80 | 7.66 | 11.41 | 2500 | 176 | 2500 | 176 |
| | | | | 0.375 | 9.52 | - | 160 | - | - | 2500 | 176 | 2500 | 176 |
| | | | | 0.552 | 14.02 | XXS | - | - | - | 2500 | 176 | 2500 | 176 |
| 3 | 80 | 3.500 | 88,9 | 0.125 | 3.18 | - | - | 4.51 | 6.72 | 1290 | 91 | 1500 | 105 |
| | | | | 0.156 | 3.96 | - | - | 5.57 | 8.29 | 1600 | 112 | 1870 | 131 |
| | | | | 0.188 | 4.78 | - | - | 6.65 | 9.92 | 1930 | 136 | 2260 | 159 |
| | | | | 0.216 | 5.49 | STD | 40 | 7.58 | 11.29 | 2220 | 156 | 2500 | 176 |
| | | | | 0.250 | 6.35 | - | - | 8.68 | 12.93 | 2500 | 176 | 2500 | 176 |
| | | | | 0.281 | 7.14 | - | - | 9.66 | 14.40 | 2500 | 176 | 2500 | 176 |
| | | | | 0.300 | 7.62 | XS | 80 | 10.25 | 15.27 | 2500 | 176 | 2500 | 176 |
| 4 | 100 | 4.500 | 114,3 | 0.125 | 3.18 | - | - | 5.84 | 8.71 | 1000 | 70 | 1170 | 82 |
| | | | | 0.156 | 3.96 | - | - | 7.24 | 10.78 | 1250 | 88 | 1460 | 103 |
| | | | | 0.188 | 4.78 | - | - | 8.66 | 12.91 | 1500 | 105 | 1750 | 123 |
| | | | | 0.219 | 5.56 | - | - | 10.01 | 14.91 | 1750 | 123 | 2040 | 143 |
| | | | | 0.237 | 6.02 | STD | 40 | 10.79 | 16.07 | 1900 | 134 | 2210 | 155 |
| | | | | 0.250 | 6.35 | - | - | 11.35 | 16.90 | 2000 | 141 | 2330 | 164 |
| | | | | 0.281 | 7.14 | - | - | 12.66 | 18.87 | 2250 | 158 | 2620 | 184 |
| | | | | 0.312 | 7.92 | - | - | 13.98 | 20.78 | 2500 | 176 | 2800 | 197 |
| | | | | 0.337 | 8.56 | XS | 80 | 14.98 | 22.32 | 2700 | 190 | 2800 | 197 |
| | | | | 0.438 | 11.13 | - | 120 | 19.00 | 28.32 | 2800 | 197 | 2800 | 197 |
| | | | | 0.531 | 13.49 | - | 160 | 22.51 | 33.54 | 2800 | 197 | 2800 | 197 |
| | | | | 0.674 | 17.12 | XXS | - | 27.54 | 41.03 | 2800 | 197 | 2800 | 197 |
| | | | | 5 | 125 | 5.563 | 141,3 | 0.188 | 4.78 | - | - | 10.79 | 16.09 |
| 0.219 | 5.56 | - | - | | | | | 12.50 | 18.61 | 1420 | 100 | 1650 | 116 |
| 0.258 | 6.55 | STD | 40 | | | | | 14.62 | 21.77 | 1670 | 117 | 1950 | 137 |
| 0.281 | 7.14 | - | - | | | | | 15.85 | 23.62 | 1820 | 128 | 2120 | 149 |
| 0.312 | 7.92 | - | - | | | | | 17.50 | 26.05 | 2020 | 142 | 2360 | 166 |
| 0.344 | 8.74 | - | - | | | | | 19.17 | 28.57 | 2230 | 157 | 2600 | 183 |
| 0.375 | 9.52 | XS | 80 | | | | | 20.78 | 30.94 | 2430 | 171 | 2800 | 197 |
| 6 | 150 | 6.625 | 168,3 | 0.188 | 4.78 | - | - | 12.92 | 19.27 | 1020 | 72 | 1190 | 84 |
| | | | | 0.219 | 5.56 | - | - | 14.98 | 22.31 | 1190 | 84 | 1390 | 98 |
| | | | | 0.250 | 6.35 | - | - | 17.02 | 25.36 | 1360 | 96 | 1580 | 111 |
| | | | | 0.280 | 7.11 | STD | 40 | 18.97 | 28.26 | 1520 | 107 | 1780 | 125 |
| | | | | 0.312 | 7.92 | - | - | 21.04 | 31.32 | 1700 | 120 | 1980 | 139 |
| | | | | 0.344 | 8.74 | - | - | 23.08 | 34.39 | 1870 | 131 | 2180 | 153 |
| | | | | 0.375 | 9.52 | - | - | 25.02 | 37.28 | 2040 | 143 | 2380 | 167 |
| | | | | 0.432 | 10.97 | XS | 80 | 28.57 | 42.56 | 2350 | 165 | 2740 | 193 |
| | | | | 0.562 | 14.27 | - | 120 | 36.39 | 54.20 | 2800 | 197 | 2800 | 197 |
| | | | | 0.719 | 18.26 | - | 160 | 45.35 | 67.56 | 2800 | 197 | 2800 | 197 |
| | | | | 0.864 | 21.95 | XXS | - | 53.16 | 79.22 | 2800 | 197 | 2800 | 197 |



TUBERIA DE ACERO AL CARBONO
API 5L / ASTM A53 / A106

www.vemacero.com

| Diámetro Nominal NPS | | Diámetro Exterior Real | | Espesor de Pared | | Identificación | | Peso del Tubo | | ASTM A53 PRESION DE PRUEBA | | | |
|----------------------|----------------|------------------------|-------|------------------|------------------|----------------|-----------|---------------|--------|----------------------------|--------|---------|--------|
| Pulgadas in. | Milímetros mm. | (in.) | mm. | Pulgadas (in.) | Milímetros (mm.) | Weight Class | Schedule | lb/pie | kg/m | Grado A | | Grado B | |
| | | | | | | | | | | psi | Kg/cm2 | psi | Kg/cm2 |
| 8 | 200 | 8.625 | 219,1 | 0.188 | 4.78 | - | - | 16.94 | 25.26 | 780 | 55 | 920 | 65 |
| | | | | 0.203 | 5.16 | - | - | 18.26 | 27.22 | 850 | 60 | 1000 | 70 |
| | | | | 0.219 | 5.56 | - | - | 19.66 | 29.28 | 910 | 64 | 1070 | 75 |
| | | | | 0.250 | 6.35 | - | 20 | 22.36 | 33.31 | 1040 | 73 | 1220 | 86 |
| | | | | 0.277 | 7.04 | - | 30 | 24.70 | 36.81 | 1160 | 82 | 1350 | 95 |
| | | | | 0.312 | 7.92 | - | - | 27.70 | 41.24 | 1300 | 91 | 1520 | 107 |
| | | | | 0.322 | 8.18 | STD | 40 | 28.55 | 42.55 | 1340 | 94 | 1570 | 110 |
| | | | | 0.344 | 8.74 | - | - | 30.42 | 45.34 | 1440 | 101 | 1680 | 118 |
| | | | | 0.375 | 9.52 | - | - | 33.04 | 49.20 | 1570 | 110 | 1830 | 129 |
| | | | | 0.406 | 10.31 | - | 60 | 35.64 | 53.08 | 1700 | 120 | 2000 | 141 |
| | | | | 0.438 | 11.13 | - | - | 38.30 | 57.08 | 1830 | 129 | 2130 | 150 |
| | | | | 0.500 | 12.70 | XS | 80 | 43.39 | 64.64 | 2090 | 147 | 2430 | 171 |
| | | | | 0.594 | 15.09 | - | 100 | 50.95 | 75.92 | 2500 | 176 | 2800 | 197 |
| | | | | 0.719 | 18.26 | - | 120 | 60.71 | 90.44 | 2800 | 197 | 2800 | 197 |
| | | | | 0.812 | 20.62 | - | 140 | 67.76 | 100.92 | 2800 | 197 | 2800 | 197 |
| 0.875 | 22.22 | XXS | - | 72.42 | 107.88 | 2800 | 197 | 2800 | 197 | | | | |
| 0.906 | 23.01 | - | 160 | 74.69 | 111.27 | 2800 | 197 | 2800 | 197 | | | | |
| 10 | 250 | 10.750 | 273,0 | 0.188 | 4.78 | - | - | 21.21 | 31.62 | 630 | 44 | 730 | 51 |
| | | | | 0.203 | 5.16 | - | - | 22.87 | 34.08 | 680 | 48 | 800 | 56 |
| | | | | 0.219 | 5.56 | - | - | 24.63 | 36.67 | 730 | 51 | 860 | 60 |
| | | | | 0.250 | 6.35 | - | 20 | 28.04 | 41.75 | 840 | 59 | 980 | 69 |
| | | | | 0.279 | 7.09 | - | - | 31.20 | 46.49 | 930 | 65 | 1090 | 77 |
| | | | | 0.307 | 7.80 | - | 30 | 34.24 | 51.01 | 1030 | 72 | 1200 | 84 |
| | | | | 0.344 | 8.74 | - | - | 38.23 | 56.96 | 1150 | 81 | 1340 | 94 |
| | | | | 0.365 | 9.27 | STD | 40 | 40.48 | 60.29 | 1220 | 86 | 1430 | 101 |
| | | | | 0.438 | 11.13 | - | - | 48.19 | 71.87 | 1470 | 103 | 1710 | 120 |
| | | | | 0.500 | 12.70 | XS | 60 | 54.71 | 81.52 | 1670 | 117 | 1950 | 137 |
| | | | | 0.594 | 15.09 | - | 80 | 64.43 | 95.97 | 1990 | 140 | 2320 | 163 |
| | | | | 0.719 | 18.26 | - | 100 | 77.03 | 114.70 | 2410 | 169 | 2800 | 197 |
| | | | | 0.844 | 21.44 | - | 120 | 89.29 | 133.00 | 2800 | 197 | 2800 | 197 |
| | | | | 1.000 | 25.40 | XXS | 140 | 104.13 | 155.09 | 2800 | 197 | 2800 | 197 |
| | | | | 1.125 | 28.57 | - | 160 | 115.65 | 172.21 | 2800 | 197 | 2800 | 197 |
| 12 | 300 | 12.750 | 323,8 | 0.203 | 5.16 | - | - | 27.20 | 40.55 | 570 | 40 | 670 | 47 |
| | | | | 0.219 | 5.56 | - | - | 29.31 | 43.63 | 620 | 44 | 720 | 51 |
| | | | | 0.250 | 6.35 | - | 20 | 33.38 | 49.71 | 710 | 50 | 820 | 58 |
| | | | | 0.281 | 7.14 | - | - | 37.42 | 55.75 | 790 | 56 | 930 | 65 |
| | | | | 0.312 | 7.92 | - | - | 41.45 | 61.69 | 880 | 62 | 1030 | 72 |
| | | | | 0.330 | 8.38 | - | 30 | 43.77 | 65.18 | 930 | 65 | 1090 | 77 |
| | | | | 0.344 | 8.74 | - | - | 45.58 | 67.90 | 970 | 68 | 1130 | 79 |
| | | | | 0.375 | 9.52 | STD | 40 | 49.52 | 73.78 | 1060 | 75 | 1240 | 87 |
| | | | | 0.406 | 10.31 | - | 40 | 53.52 | 79.70 | 1150 | 81 | 1340 | 94 |
| | | | | 0.438 | 11.13 | - | - | 57.59 | 85.82 | 1240 | 87 | 1440 | 101 |
| | | | | 0.500 | 12.70 | XS | - | 65.42 | 97.43 | 1410 | 99 | 1650 | 116 |
| | | | | 0.562 | 14.27 | - | 60 | 73.15 | 108.92 | 1590 | 112 | 1850 | 130 |
| | | | | 0.688 | 17.28 | - | 80 | 88.63 | 132.04 | 1940 | 136 | 2270 | 160 |
| | | | | 0.844 | 21.44 | - | 100 | 107.32 | 159.86 | 2390 | 168 | 2780 | 195 |
| | | | | 1.000 | 25.40 | XXS | 120 | 125.49 | 186.91 | 2800 | 197 | 2800 | 197 |
| 1.125 | 28.57 | - | 140 | 139.68 | 208.00 | 2800 | 197 | 2800 | 197 | | | | |
| 1.312 | 33.32 | - | 160 | 160.27 | 238.68 | 2800 | 197 | 2800 | 197 | | | | |



TUBERIA DE ACERO AL CARBONO
API 5L / ASTM A53 / A106

www.vemacero.com

| Diámetro Nominal NPS DN | | Diámetro Exterior Real | | Espesor de Pared | | Identificación | | Peso del Tubo | | ASTM A53 PRESION DE PRUEBA | | | |
|-------------------------------|-------------------|---------------------------|-------|-------------------|---------------------|-----------------|----------|---------------|--------|----------------------------|--------|---------|--------|
| Pulgadas in. | Milímetros mm. | (in.) | mm. | Pulgadas (in.) | Milímetros (mm.) | Weight Class | Schedule | lb/pie | kg/m | Grado A | | Grado B | |
| | | | | | | | | | | psi | Kg/cm2 | psi | Kg/cm2 |
| 14 | 350 | 14.000 | 355,6 | 0.250 | 6.35 | - | 10 | 36.71 | 54.69 | 640 | 45 | 750 | 53 |
| | | | | 0.281 | 7.14 | - | - | 41.17 | 61.35 | 720 | 51 | 840 | 59 |
| | | | | 0.312 | 7.92 | - | 20 | 45.61 | 67.90 | 800 | 56 | 940 | 66 |
| | | | | 0.344 | 8.74 | - | - | 50.17 | 74.76 | 880 | 62 | 1030 | 72 |
| | | | | 0.375 | 9.52 | STD | 30 | 54.57 | 81.25 | 960 | 67 | 1120 | 79 |
| | | | | 0.438 | 11.13 | - | 40 | 63.44 | 94.55 | 1130 | 79 | 1310 | 92 |
| | | | | 0.469 | 11.91 | - | - | 67.78 | 100.94 | 1210 | 85 | 1410 | 99 |
| | | | | 0.500 | 12.70 | XS | - | 72.09 | 107.39 | 1290 | 91 | 1500 | 105 |
| 16 | 400 | 16.000 | 406,4 | 0.250 | 6.35 | - | 10 | 42.05 | 62.64 | 560 | 39 | 660 | 46 |
| | | | | 0.281 | 7.14 | - | - | 47.17 | 70.30 | 630 | 44 | 740 | 52 |
| | | | | 0.312 | 7.92 | - | 20 | 52.27 | 77.83 | 700 | 49 | 820 | 58 |
| | | | | 0.344 | 8.74 | - | - | 57.52 | 85.71 | 770 | 54 | 900 | 63 |
| | | | | 0.375 | 9.52 | STD | 30 | 62.58 | 93.17 | 840 | 59 | 980 | 69 |
| | | | | 0.438 | 11.13 | - | - | 72.80 | 108.49 | 990 | 70 | 1150 | 81 |
| | | | | 0.469 | 11.91 | - | - | 77.79 | 115.86 | 1060 | 75 | 1230 | 86 |
| | | | | 0.500 | 12.70 | XS | 40 | 82.77 | 123.30 | 1120 | 79 | 1310 | 92 |
| 18 | 450 | 18.000 | 457,2 | 0.250 | 6.35 | - | 10 | 47.39 | 70.60 | 500 | 35 | 580 | 41 |
| | | | | 0.281 | 7.14 | - | - | 53.18 | 79.24 | 560 | 39 | 660 | 46 |
| | | | | 0.312 | 7.92 | - | 20 | 58.94 | 87.75 | 620 | 44 | 730 | 51 |
| | | | | 0.344 | 8.74 | - | - | 64.87 | 96.66 | 690 | 49 | 800 | 56 |
| | | | | 0.375 | 9.52 | STD | - | 70.59 | 105.10 | 750 | 53 | 880 | 62 |
| | | | | 0.406 | 10.31 | - | - | 76.29 | 113.62 | 810 | 57 | 950 | 67 |
| | | | | 0.438 | 11.13 | - | 30 | 82.15 | 122.43 | 880 | 62 | 1020 | 72 |
| | | | | 0.469 | 11.91 | - | - | 87.81 | 130.78 | 940 | 66 | 1090 | 77 |
| 0.500 | 12.70 | XS | - | 93.45 | 139.20 | 1000 | 70 | 1170 | 82 | | | | |
| 20 | 500 | 20.000 | 508,0 | 0.250 | 6.35 | - | 10 | 52.73 | 78.55 | 450 | 32 | 520 | 37 |
| | | | | 0.281 | 7.14 | - | - | 59.18 | 88.19 | 510 | 36 | 590 | 41 |
| | | | | 0.312 | 7.92 | - | - | 65.60 | 97.67 | 560 | 39 | 660 | 46 |
| | | | | 0.344 | 8.74 | - | - | 72.21 | 107.60 | 620 | 44 | 720 | 51 |
| | | | | 0.375 | 9.52 | STD | 20 | 78.60 | 117.02 | 680 | 48 | 790 | 56 |
| | | | | 0.406 | 10.31 | - | - | 84.96 | 126.53 | 730 | 51 | 850 | 60 |
| | | | | 0.438 | 11.13 | - | - | 91.51 | 136.37 | 790 | 56 | 920 | 65 |
| | | | | 0.469 | 11.91 | - | - | 97.83 | 145.70 | 850 | 60 | 950 | 67 |
| 0.500 | 12.70 | XS | 30 | 104.13 | 155.12 | 900 | 63 | 1050 | 74 | | | | |
| 24 | 600 | 24.000 | 609,6 | 0.250 | 6.35 | - | 10 | 63.41 | 94.46 | 380 | 27 | 440 | 31 |
| | | | | 0.281 | 7.14 | - | - | 71.18 | 106.08 | 420 | 30 | 490 | 34 |
| | | | | 0.312 | 7.92 | - | - | 78.93 | 117.51 | 470 | 33 | 550 | 39 |
| | | | | 0.344 | 8.74 | - | - | 86.91 | 129.50 | 520 | 37 | 600 | 42 |
| | | | | 0.375 | 9.52 | STD | 20 | 94.62 | 140.88 | 560 | 39 | 660 | 46 |
| | | | | 0.406 | 10.31 | - | - | 102.31 | 152.37 | 610 | 43 | 710 | 50 |
| | | | | 0.438 | 11.13 | - | - | 110.22 | 164.26 | 660 | 46 | 770 | 54 |
| | | | | 0.469 | 11.91 | - | - | 117.86 | 175.54 | 700 | 49 | 820 | 58 |
| 0.500 | 12.70 | XS | - | 125.49 | 186.94 | 750 | 53 | 880 | 62 | | | | |
| 0.562 | 14.27 | - | 30 | 140.68 | 209.50 | 840 | 59 | 980 | 69 | | | | |

Tolerancias dimensionales:

Espeor: ±12,5% de espeor nominal en cualquier punto del tubo.

Peso: ±10% del paquete de tubos con diámetro menor o igual a 4" (114,3mm) o tubos individuales con diámetro nominal mayor a 4" (114,3mm)

Diámetro externo: Para diámetro menores o iguales a 1-1/2" (48,3mm) +0,016 pulg (+0,40mm)

Para diámetro mayores o iguales a 2" (60,3mm): ± 1%



**TUBERIA DE ACERO AL CARBONO
API 5L / ASTM A53 / A106**

www.vemacero.com

Normas de Fabricación ASTM A53

Los tubos para conducción de fluidos tales como agua, vapor, gas y aire a altas presiones, son fabricados bajo la norma **ASTM A 53**. Estos tubos son aptos para operaciones que involucran doblado, rebordeado y cualquier otra formación en frío.

Para validar las exigencias de las normas de fabricación el fabricante realiza ensayos y verificación en los tubos procesados en sus instalaciones. En el caso de conducción de fluidos se realizan ensayos dependiendo de la designación comercial del tubo.

Para Designaciones Comerciales Mayores a 50 DNH (1) (2 *NPS*(2)): ensayo de aplastamiento, ensayo de tracción para determinar propiedades mecánicas, análisis químico, ensayo de ultrasonido al cordón de soldadura, verificación dimensional del tubo, ensayo gravimétrico, ensayo metalográfico, prueba hidrostática, ensayo no destructivo e inspección visual.

Para Designaciones Comerciales Menores o Iguales a 50 DN (2 *NPS*): ensayo de expansión, ensayo de doblado, ensayo de tracción para determinar propiedades mecánicas, análisis químico, verificación dimensional del tubo, prueba hidrostática, ensayo gravimétrico, ensayo metalográfico, ensayo no destructivo e inspección visual.

Condiciones de Extremos

Biselados o Refrentados.
Roscados (según norma ANSI B1.20.1).

Acabados

Negro (acabado de laminación o con protección de aceite inhibidor de la oxidación).
Galvanizado (recubiertos de Zinc).
Barnizado (película protectora para conservación de los tubos en traslados bajo condiciones especiales o por requerimientos del cliente).
El galvanizado del tubo en su superficie interna y externa se realiza a través de un proceso de inmersión en caliente ("Hot-Dip")

(1) DN: Designación comercial del producto en milímetros.
(2) *NPS*: Designación comercial del producto en pulgadas.



TUBERIA DE ACERO AL CARBONO
API 5L / ASTM A53 / A106

www.vemacero.com

Propiedades Mecánicas

| Norma de Fabricación | Grado del Acero | Limite de Fluencia | | Resistencia a la Tracción | | | |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------|--------|---------------------------|--------|--------|-----|
| | | Mpa | psi | Mínimo | | Máximo | |
| | | | | Mpa | psi | Mpa | psi |
| ASTM A53 Tipo E (ERW) | A | 205 | 30,000 | 330 | 48,000 | -- | -- |
| | B | 240 | 35,000 | 415 | 60,000 | -- | -- |

Requerimientos Químicos

| Norma de Fabricación | Grado del Acero | Porcentaje Máximo de los Elementos | | | |
|--------------------------|-----------------------|---------------------------------------|-----------|---------|--------|
| | | C | Mn | P | S |
| | | Carbono | Manganeso | Fósforo | Azufre |
| ASTM A53 Tipo E (ERW) | A | 0,25 | 0,95 | 0,05 | 0,045 |
| | B | 0,30 | 1,20 | 0,05 | 0,045 |



**TUBERIA DE ACERO AL CARBONO
API 5L / ASTM A53 / A106**

www.vemacero.com

Normas de Fabricación API 5L

Normas de Fabricación

Los tubos de línea se fabrican de acuerdo a la norma API 5L, 43ª edición, sin embargo, a solicitud del cliente y previo acuerdo con **Industrias Unicon, C.A.**, se pueden satisfacer requerimientos especiales y/o adicionales, así como normas específicas del cliente.

Nivel de Especificación de Producto

La norma API 5L establece dos niveles de especificación de producto, PSL 1 y PSL 2 (Product Specification Level, PSL por sus siglas en inglés). Estas dos designaciones definen diferentes niveles de requerimientos de especificaciones técnicas.

Requerimientos Químicos por Colada y Análisis de Producto en Porcentaje en Peso

| PSL 1 | | | | | | |
|------------------|---------------------------------------|--|--------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------|
| Grado | C Carbono % Máximo ^a | Mn Manganeso % Máximo ^a | P Fósforo % Máximo | S Azufre % Máximo | Ti Titanio % Máximo | Otros % Máximo |
| B | 0,26 | 1,20 | 0,030 | 0,030 | 0,04 | b, c, d |
| X42 | 0,26 | 1,40 | 0,030 | 0,030 | 0,04 | c, d |
| X52 | 0,26 | 1,40 | 0,030 | 0,030 | 0,04 | c, d |
| X60 ^f | 0,26 | 1,40 | 0,030 | 0,030 | 0,04 | c, d |

| PSL 2 | | | | | | |
|------------------|---------------------------------------|--|--------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------|
| Grado | C Carbono % Máximo ^a | Mn Manganeso % Máximo ^a | P Fósforo % Máximo | S Azufre % Máximo | Ti Titanio % Máximo | Otros % Máximo |
| B | 0,22 | 1,20 | 0,025 | 0,015 | 0,04 | d, e |
| X42 | 0,22 | 1,30 | 0,025 | 0,015 | 0,04 | c, d |
| X52 | 0,22 | 1,40 | 0,025 | 0,015 | 0,04 | c, d |
| X60 ^f | 0,22 | 1,40 | 0,025 | 0,015 | 0,04 | c, d |

Notas:

- a) Por cada reducción de 0,01% por debajo del máximo contenido de carbono especificado, se permite un incremento de 0,05% por encima del contenido máximo de Mn especificado, hasta un máximo de 1,50% para los grados X42 a X52 y hasta un máximo de 1,65% para el grado X60.
- b) La suma de Columbio (Niobio) y Vanadio no debe exceder de 0,03% excepto que, por acuerdo entre el fabricante y el comprador, se establezca una alternativa máxima.
- c) A juicio de **Industrias Unicon, C.A.**, se pueden utilizar Columbio (Niobio), Vanadio o una combinación de éstos.
- d) La suma de Columbio (Niobio), Vanadio y Titanio no debe exceder de 0,15%.
- e) La suma de Columbio (Niobio) y Vanadio no debe exceder de 0,06% excepto que, por acuerdo entre el fabricante y el comprador, se establezca una alternativa máxima.
- f) Otras composiciones químicas pueden ser suministradas previo acuerdo entre la acería e **Industrias Unicon, C.A.**

Fuente: API 5L, 43a edición. y catalogo Industrias Unicon, C.A. Petroleo v1.0

ANEXO - 0019. Factores de presión para dimensionamiento de tuberías

Table 8 Factores de presión para dimensionado de tuberías

| Presión bar | Volumen m³/kg | Factor de presión | Bar relativo | Volumen m³/kg | Factor de presión | Bar relativo | Volumen m³/kg | Factor de presión |
|-------------|---------------|-------------------|--------------|---------------|-------------------|--------------|---------------|-------------------|
| 0,05 | 28,192 | 0,0301 | 2,15 | 0,576 | 9,309 | 7,70 | 0,222 | 66,31 |
| 0,10 | 14,674 | 0,0115 | 2,20 | 0,568 | 9,597 | 7,80 | 0,219 | 67,79 |
| 0,15 | 10,022 | 0,0253 | 2,25 | 0,660 | 9,888 | 7,90 | 0,217 | 69,29 |
| 0,20 | 7,64 9 | 0,0442 | 2,30 | 0,552 | 10,18 | 8,00 | 0,215 | 70,80 |
| 0,25 | 6,204 | 0,0681 | 2,35 | 0,544 | 10,48 | 8,10 | 0,212 | 72,33 |
| 0,30 | 5,229 | 0,0970 | 2,40 | 0,536 | 10,79 | 8,20 | 0,210 | 73,88 |
| 0,35 | 4,530 | 0,1308 | 2,45 | 0,529 | 11,40 | 8,30 | 0,208 | 75,44 |
| 0,40 | 3,993 | 0,1694 | 2,50 | 0,522 | 11,41 | 8,40 | 0,206 | 77,02 |
| 0,45 | 3,580 | 0,2128 | 2,55 | 0,515 | 11,72 | 8,50 | 0,204 | 78,61 |
| 0,50 | 3,240 | 0,2610 | 2,60 | 0,509 | 12,05 | 8,60 | 0,202 | 80,22 |
| 0,55 | 2,964 | 0,3140 | 2,65 | 0,502 | 12,37 | 8,70 | 0,200 | 81,84 |
| 0,60 | 2,732 | 0,3716 | 2,70 | 0,496 | 12,70 | 8,80 | 0,198 | 83,49 |
| 0,65 | 2,535 | 0,4340 | 2,75 | 0,489 | 13,03 | 8,90 | 0,196 | 85,14 |
| 0,70 | 2,365 | 0,5010 | 2,80 | 0,483 | 13,37 | 9,00 | 0,194 | 86,81 |
| 0,75 | 2,217 | 0,5727 | 2,85 | 0,477 | 13,71 | 9,10 | 0,192 | 88,50 |
| 0,80 | 2,087 | 0,6489 | 2,90 | 0,471 | 14,06 | 9,20 | 0,191 | 90,20 |
| 0,85 | 1,972 | 0,7298 | 2,95 | 0,466 | 14,41 | 9,30 | 0,189 | 91,92 |
| 0,90 | 1,869 | 0,8153 | 3,00 | 0,461 | 14,76 | 9,40 | 0,187 | 93,66 |
| 0,95 | 1,777 | 0,9053 | 3,10 | 0,451 | 15,48 | 9,50 | 0,185 | 95,41 |
| 1,013 | 1,673 | 1,025 | 3,20 | 0,440 | 16,22 | 9,60 | 0,184 | 97,18 |
| bar gauge | | | 3,30 | 0,431 | 16,98 | 9,70 | 0,182 | 98,96 |
| 0 | 1,673 | 1,025 | 3,40 | 0,422 | 17,75 | 9,80 | 0,181 | 100,75 |
| 0,05 | 1,601 | 1,126 | 3,50 | 0,413 | 18,54 | 9,90 | 0,179 | 102,57 |
| 0,10 | 1,533 | 1,230 | 3,60 | 0,405 | 19,34 | 10,00 | 0,177 | 104,40 |
| 0,15 | 1,471 | 1,339 | 3,70 | 0,396 | 20,16 | 10,20 | 0,174 | 108,10 |
| 0,20 | 1,414 | 1,453 | 3,80 | 0,389 | 21,00 | 10,40 | 0,172 | 111,87 |
| 0,25 | 1,361 | 1,572 | 3,90 | 0,381 | 21,85 | 10,60 | 0,169 | 115,70 |
| 0,30 | 1,312 | 1,694 | 4,00 | 0,374 | 22,72 | 10,80 | 0,166 | 119,59 |
| 0,35 | 1,268 | 1,822 | 4,10 | 0,367 | 23,61 | 11,00 | 0,163 | 123,54 |
| 0,40 | 1,225 | 1,953 | 4,20 | 0,361 | 24,51 | 11,20 | 0,161 | 127,56 |
| 0,45 | 1,186 | 2,090 | 4,30 | 0,355 | 25,43 | 11,40 | 0,158 | 131,64 |
| 0,50 | 1,149 | 2,230 | 4,40 | 0,348 | 26,36 | 11,60 | 0,156 | 135,78 |
| 0,55 | 1,115 | 2,375 | 4,50 | 0,342 | 27,32 | 11,80 | 0,153 | 139,98 |
| 0,60 | 1,083 | 2,525 | 4,60 | 0,336 | 28,28 | 12,00 | 0,151 | 144,25 |
| 0,65 | 1,051 | 2,679 | 4,70 | 0,330 | 29,27 | 12,20 | 0,149 | 148,57 |
| 0,70 | 1,024 | 2,837 | 4,80 | 0,325 | 30,27 | 12,40 | 0,147 | 152,96 |
| 0,75 | 0,997 | 2,999 | 4,90 | 0,320 | 31,29 | 12,60 | 0,145 | 157,41 |
| 0,80 | 0,971 | 3,166 | 5,00 | 0,315 | 32,32 | 12,80 | 0,143 | 161,92 |
| 0,85 | 0,946 | 3,338 | 5,10 | 0,310 | 33,37 | 13,00 | 0,141 | 166,50 |
| 0,90 | 0,923 | 3,514 | 5,20 | 0,305 | 34,44 | 13,20 | 0,139 | 171,13 |
| 0,95 | 0,901 | 3,694 | 5,30 | 0,301 | 35,52 | 13,40 | 0,135 | 175,83 |
| 1,00 | 0,881 | 3,878 | 5,40 | 0,296 | 36,62 | 13,60 | 0,133 | 180,58 |
| 1,05 | 0,860 | 4,067 | 5,50 | 0,292 | 37,73 | 13,80 | 0,132 | 185,40 |
| 1,10 | 0,841 | 4,260 | 5,60 | 0,288 | 38,86 | 14,00 | 0,130 | 190,29 |
| 1,15 | 0,823 | 4,458 | 5,70 | 0,284 | 40,01 | 14,20 | 0,128 | 195,23 |
| 1,20 | 0,806 | 4,660 | 5,80 | 0,280 | 41,17 | 14,40 | 0,127 | 200,23 |
| 1,25 | 0,788 | 4,866 | 5,90 | 0,276 | 42,35 | 14,60 | 0,125 | 205,30 |
| 1,30 | 0,773 | 5,076 | 6,00 | 0,272 | 43,54 | 14,80 | 0,124 | 210,42 |
| 1,35 | 0,757 | 5,291 | 6,10 | 0,269 | 44,76 | 15,00 | 0,122 | 215,61 |
| 1,40 | 0,743 | 5,510 | 6,20 | 0,265 | 45,98 | 15,20 | 0,121 | 220,86 |
| 1,45 | 0,728 | 5,734 | 6,30 | 0,261 | 47,23 | 15,40 | 0,119 | 226,17 |
| 1,50 | 0,714 | 5,961 | 6,40 | 0,258 | 48,48 | 15,60 | 0,118 | 231,54 |
| 1,55 | 0,701 | 6,193 | 6,50 | 0,255 | 49,76 | 15,80 | 0,117 | 236,97 |
| 1,60 | 0,689 | 6,429 | 6,60 | 0,252 | 51,05 | 16,00 | 0,115 | 242,46 |
| 1,65 | 0,677 | 6,670 | 6,70 | 0,249 | 52,36 | 16,20 | 0,114 | 248,01 |
| 1,70 | 0,665 | 6,915 | 6,80 | 0,246 | 53,68 | 16,40 | 0,113 | 253,62 |
| 1,75 | 0,654 | 7,164 | 6,90 | 0,243 | 55,02 | 16,60 | 0,111 | 259,30 |
| 1,80 | 0,643 | 7,417 | 7,00 | 0,240 | 56,38 | 16,80 | 0,110 | 265,03 |
| 1,85 | 0,632 | 7,675 | 7,10 | 0,237 | 57,75 | 17,00 | 0,109 | 270,83 |
| 1,90 | 0,622 | 7,937 | 7,20 | 0,235 | 59,13 | 17,20 | 0,108 | 276,69 |
| 1,95 | 0,612 | 8,203 | 7,30 | 0,232 | 60,54 | 17,40 | 0,107 | 282,60 |
| 2,00 | 0,603 | 8,473 | 7,40 | 0,229 | 61,96 | 17,60 | 0,106 | 288,58 |
| 2,05 | 0,594 | 8,748 | 7,50 | 0,227 | 63,39 | 17,80 | 0,105 | 294,52 |
| 2,10 | 0,585 | 9,026 | 7,60 | 0,224 | 64,84 | 18,00 | 0,104 | 300,72 |

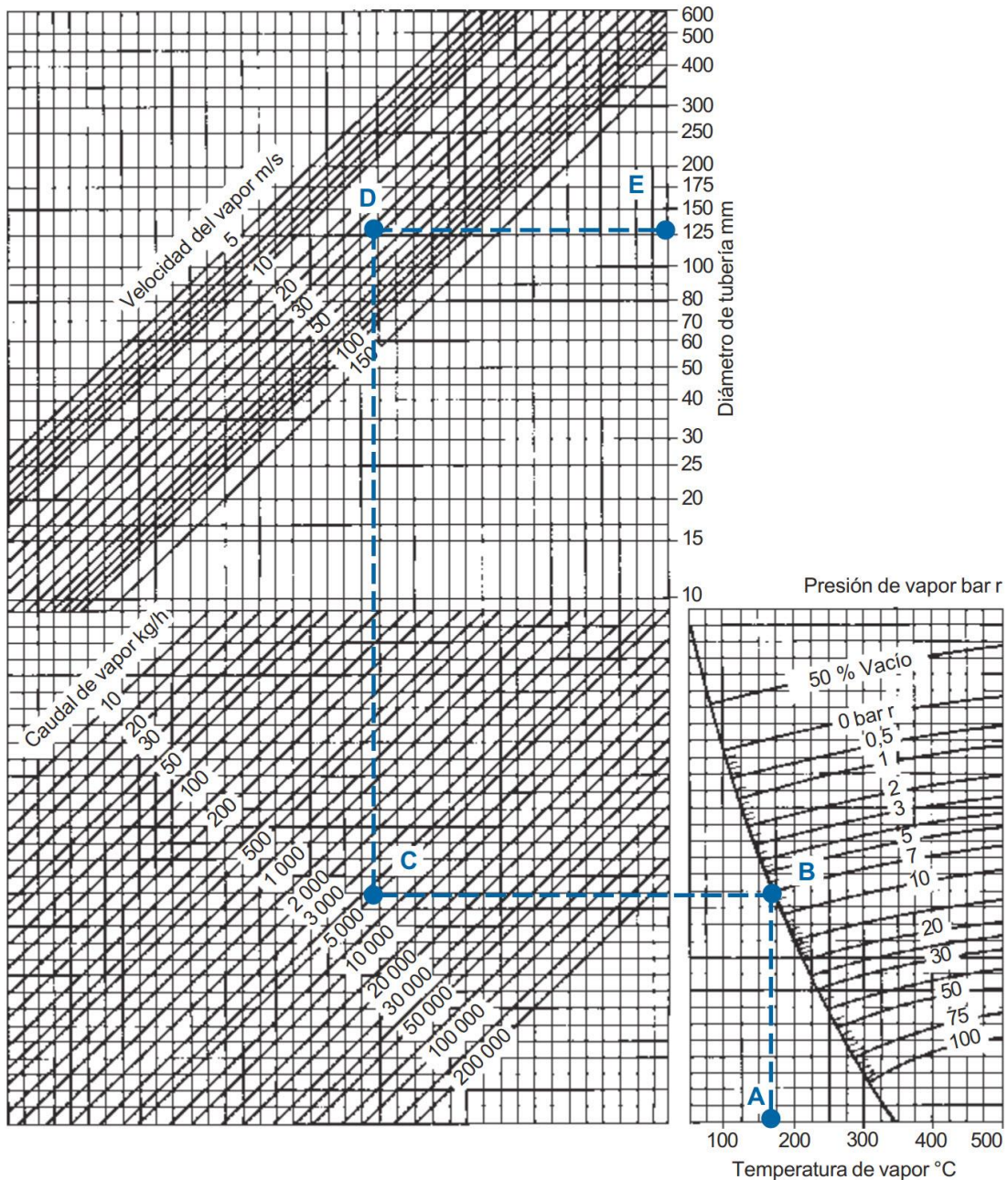
ANEXO - 0020. Factores de capacidad de tubería y caída de presión

Table 9 Factores de capacidad de tubería y caída de presión

| Factor F | Tamaño de tubería en mm | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 65 | 80 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 300 |
| 0,00016 | x | | | | | 30,40 | 55,41 | 90,72 | 199,1 | 360,4 | 598,2 | 890,0 | 1275 | 1755 | 2329 | 3800 |
| | y | | | | | 4,30 | 4,86 | 5,55 | 6,82 | 7,90 | 9,16 | 10,05 | 10,94 | 11,94 | 12,77 | 14,54 |
| 0,00020 | x | | | | 16,18 | 34,32 | 62,77 | 103,0 | 225,6 | 407,0 | 662,0 | 1005 | 1437 | 1966 | 2623 | 4276 |
| | y | | | | 3,96 | 4,85 | 5,51 | 6,31 | 7,72 | 8,92 | 10,13 | 11,34 | 12,33 | 13,37 | 14,38 | 16,36 |
| 0,00025 | x | | | 10,84 | 17,92 | 38,19 | 69,31 | 113,2 | 249,9 | 450,3 | 735,5 | 1108 | 1678 | 2183 | 2904 | 4715 |
| | y | | | 3,74 | 4,39 | 5,40 | 6,08 | 6,92 | 8,56 | 9,87 | 11,26 | 12,51 | 14,40 | 14,85 | 15,92 | 18,04 |
| 0,00030 | x | | | 11,95 | 19,31 | 41,83 | 75,85 | 124,1 | 271,2 | 491,9 | 804,5 | 1209 | 1733 | 2390 | 4172 | 5149 |
| | y | | | 4,13 | 4,73 | 5,92 | 6,65 | 7,60 | 9,29 | 10,79 | 12,31 | 13,65 | 14,87 | 16,26 | 17,39 | 19,07 |
| 0,00035 | x | | | 12,44 | 20,59 | 43,76 | 80,24 | 130,01 | 285,3 | 519,2 | 845,3 | 1279 | 1823 | 2497 | 3346 | 5406 |
| | y | | | 4,30 | 5,04 | 6,21 | 7,04 | 7,96 | 9,77 | 11,38 | 12,94 | 14,44 | 15,64 | 17,00 | 18,34 | 20,69 |
| 0,00045 | x | | 3,62 | 7,94 | 14,56 | 23,39 | 50,75 | 92,68 | 150,9 | 333,2 | 604,6 | 979,7 | 1478 | 2118 | 2913 | 3884 |
| | y | | 3,54 | 4,49 | 5,03 | 5,73 | 7,18 | 8,13 | 9,24 | 11,42 | 13,26 | 15,00 | 16,68 | 18,18 | 19,82 | 21,29 |
| 0,00055 | x | | 4,04 | 8,99 | 16,18 | 26,52 | 57,09 | 103,8 | 170,8 | 373,1 | 674,2 | 1101 | 1663 | 2382 | 3281 | 4338 |
| | y | | 3,96 | 5,09 | 5,59 | 6,49 | 8,08 | 9,10 | 10,46 | 12,78 | 14,78 | 16,85 | 18,77 | 20,44 | 22,32 | 23,78 |
| 0,00065 | x | | 4,46 | 9,56 | 17,76 | 29,14 | 62,38 | 113,8 | 186,7 | 409,8 | 739,9 | 1207 | 1823 | 2595 | 3597 | 4781 |
| | y | | 4,37 | 5,41 | 6,13 | 7,14 | 8,82 | 9,96 | 11,43 | 14,04 | 16,22 | 18,48 | 20,58 | 22,27 | 24,47 | 26,21 |
| 0,00075 | x | | 4,87 | 10,57 | 19,31 | 31,72 | 68,04 | 124,1 | 203,2 | 445,9 | 804,5 | 1315 | 1977 | 2836 | 3908 | 5172 |
| | y | | 4,77 | 5,96 | 6,67 | 7,77 | 9,62 | 10,88 | 12,44 | 15,28 | 17,64 | 20,13 | 22,32 | 24,34 | 26,59 | 28,35 |
| 0,00085 | x | | 5,52 | 11,98 | 21,88 | 35,95 | 77,11 | 140,7 | 230,2 | 505,4 | 911,8 | 1490 | 2240 | 3215 | 4429 | 5861 |
| | y | | 5,41 | 6,78 | 7,56 | 8,80 | 10,91 | 12,34 | 14,09 | 17,32 | 19,99 | 22,81 | 25,29 | 27,59 | 30,13 | 32,13 |
| 0,00100 | x | 1,96 | 5,84 | 12,75 | 23,50 | 38,25 | 81,89 | 148,6 | 245,2 | 539,4 | 968,5 | 1579 | 2403 | 3383 | 4707 | 6228 |
| | y | 4,10 | 5,72 | 7,21 | 8,12 | 9,37 | 11,58 | 13,03 | 15,01 | 18,48 | 21,24 | 24,17 | 27,13 | 29,03 | 32,02 | 34,14 |
| 0,00125 | x | 2,10 | 6,26 | 13,57 | 24,96 | 40,72 | 87,57 | 159,8 | 261,8 | 577,9 | 1038 | 1699 | 2544 | 3634 | 5035 | 6655 |
| | y | 4,39 | 6,13 | 7,68 | 8,62 | 9,97 | 12,39 | 14,02 | 16,03 | 19,80 | 22,76 | 26,01 | 28,72 | 31,19 | 34,26 | 36,48 |
| 0,00150 | x | 2,39 | 7,35 | 15,17 | 28,04 | 45,97 | 98,84 | 179,3 | 295,1 | 652,8 | 1172 | 1908 | 2896 | 4091 | 5631 | 7493 |
| | y | 5,00 | 7,20 | 8,58 | 9,68 | 11,26 | 13,98 | 15,72 | 18,07 | 22,37 | 25,70 | 29,21 | 32,69 | 35,11 | 38,31 | 41,08 |
| 0,00175 | x | 2,48 | 7,51 | 16,30 | 29,61 | 49,34 | 103,4 | 188,8 | 311,1 | 686,5 | 1270 | 2017 | 3046 | 4291 | 5921 | 7852 |
| | y | 5,19 | 7,36 | 9,22 | 10,23 | 12,08 | 14,63 | 16,56 | 19,05 | 23,52 | 27,85 | 30,88 | 34,39 | 36,83 | 40,28 | 43,04 |
| 0,0020 | x | 2,84 | 8,58 | 18,63 | 33,83 | 56,39 | 118,2 | 215,8 | 355,5 | 784,6 | 1451 | 2305 | 3482 | 4904 | 6767 | 8974 |
| | y | 5,94 | 8,40 | 10,54 | 11,68 | 13,81 | 16,72 | 18,93 | 21,77 | 26,88 | 31,82 | 35,28 | 39,31 | 42,09 | 46,04 | 49,19 |
| 0,0025 | x | 3,16 | 9,48 | 20,75 | 37,25 | 61,30 | 132,0 | 240,5 | 391,3 | 881,7 | 1556 | 2456 | 3819 | 5422 | 7544 | 10090 |
| | y | 6,61 | 9,29 | 11,74 | 12,86 | 15,01 | 18,67 | 21,09 | 23,96 | 30,21 | 34,12 | 38,97 | 43,11 | 46,53 | 51,33 | 55,31 |
| 0,0030 | x | 3,44 | 10,34 | 22,5 | 40,45 | 66,66 | 143,4 | 262,0 | 429,8 | 924,4 | 1701 | 2767 | 4183 | 6068 | 8275 | 11033 |
| | y | 7,20 | 10,13 | 12,73 | 13,97 | 16,33 | 20,29 | 22,98 | 26,32 | 32,29 | 37,30 | 42,36 | 47,22 | 52,08 | 56,30 | 60,48 |
| 0,0040 | x | 4,17 | 12,50 | 26,97 | 48,55 | 80,91 | 173,1 | 313,8 | 514,9 | 1128 | 2040 | 3330 | 5051 | 7208 | 9905 | 13240 |
| | y | 8,73 | 12,25 | 15,26 | 16,77 | 19,82 | 24,49 | 27,52 | 31,53 | 38,65 | 44,73 | 50,97 | 57,02 | 61,86 | 67,39 | 72,58 |
| 0,0050 | x | 4,71 | 14,12 | 30,40 | 54,92 | 90,23 | 196,1 | 354,0 | 578,6 | 1275 | 2305 | 3727 | 5757 | 8189 | 11278 | 14858 |
| | y | 9,86 | 13,83 | 17,20 | 18,97 | 20,10 | 27,74 | 31,05 | 35,43 | 43,68 | 50,54 | 57,05 | 64,76 | 70,28 | 76,73 | 81,45 |
| 0,0060 | x | 5,25 | 15,69 | 35,80 | 60,31 | 99,05 | 215,8 | 392,3 | 647,3 | 1412 | 2250 | 4148 | 6277 | 9072 | 12406 | 16476 |
| | y | 10,99 | 15,37 | 20,25 | 20,83 | 24,26 | 30,53 | 34,41 | 39,63 | 48,38 | 55,92 | 63,50 | 70,86 | 77,86 | 84,40 | 90,32 |
| 0,0080 | x | 6,08 | 18,34 | 39,23 | 70,12 | 116,2 | 251,5 | 456,0 | 750,3 | 1648 | 2976 | 4879 | 7355 | 10543 | 14417 | 19173 |
| | y | 12,72 | 17,97 | 22,20 | 24,22 | 28,46 | 35,58 | 40,00 | 45,95 | 56,46 | 65,26 | 74,69 | 83,03 | 90,48 | 98,09 | 105,1 |
| 0,0100 | x | 6,86 | 20,64 | 44,13 | 79,44 | 130,4 | 283,9 | 514,9 | 845,9 | 1863 | 3334 | 5492 | 8336 | 11867 | 16280 | 21576 |
| | y | 14,36 | 20,22 | 24,97 | 27,44 | 31,94 | 40,16 | 45,16 | 51,80 | 63,83 | 73,11 | 84,07 | 94,11 | 101,8 | 110,8 | 118,28 |
| 0,0125 | x | 7,35 | 22,20 | 47,28 | 81,00 | 140,1 | 302,1 | 547,3 | 901,9 | 1983 | 3589 | 5867 | 8844 | 12697 | 17426 | 23074 |
| | y | 15,38 | 21,75 | 26,75 | 27,98 | 34,31 | 42,74 | 48,00 | 55,22 | 67,94 | 78,70 | 89,81 | 99,84 | 109,0 | 118,5 | 126,5 |
| 0,0150 | x | 8,27 | 25,00 | 53,33 | 95,62 | 157,2 | 342,0 | 620,6 | 1020 | 2230 | 4045 | 6620 | 10022 | 14251 | 19584 | 25974 |
| | y | 17,31 | 24,49 | 30,18 | 33,03 | 38,50 | 48,34 | 54,43 | 62,46 | 76,40 | 88,70 | 101,3 | 113,1 | 122,3 | 133,2 | 142,4 |
| 0,0175 | x | 8,58 | 26,39 | 55,78 | 100,4 | 165,6 | 360,4 | 665,1 | 1073 | 2360 | 4291 | 6994 | 10512 | 15017 | 20595 | 27461 |
| | y | 17,95 | 25,85 | 31,56 | 34,68 | 40,65 | 50,99 | 58,34 | 65,70 | 80,52 | 94,09 | 107,1 | 118,7 | 128,9 | 140,1 | 150,5 |
| 0,020 | x | 9,80 | 30,16 | 63,75 | 114,7 | 189,3 | 411,9 | 760,1 | 1226 | 2697 | 49,04 | 7993 | 12014 | 17163 | 23538 | 31384 |
| | y | 20,51 | 29,55 | 36,07 | 39,62 | 46,36 | 58,27 | 66,67 | 75,01 | 92,41 | 107,5 | 122,3 | 135,6 | 147,3 | 160,01 | 172,0 |
| 0,025 | x | 10,99 | 33,48 | 70,73 | 127,3 | 209,8 | 458,7 | 834,6 | 1367 | 2970 | 5422 | 8817 | 13296 | 19332 | 26357 | 34750 |
| | y | 23,00 | 32,80 | 40,02 | 43,97 | 51,39 | 65,03 | 73,20 | 83,70 | 101,7 | 118,9 | 135,0 | 150,1 | 165,9 | 179,3 | 190,5 |
| 0,030 | x | 12,00 | 36,78 | 77,23 | 137,9 | 229,9 | 501,1 | 919,4 | 1480 | 3264 | 5884 | 9792 | 14481 | 20917 | 28595 | 37697 |
| | y | 25,11 | 36,03 | 43,70 | 47,63 | 56,31 | 70,89 | 80,64 | 90,62 | 111,8 | 129,0 | 149,9 | 163,5 | 179,5 | 194,5 | 206,0 |
| 0,040 | x | 14,46 | 44,16 | 93,17 | 169,2 | 279,5 | 600,7 | 1093 | 1790 | 3923 | 7710 | 11622 | 17457 | 25254 | 34571 | 45604 |
| | y | 30,26 | 43,23 | 52,72 | 58,44 | 68,46 | 84,98 | 95,87 | 109,6 | 134,4 | 155,9 | 177,9 | 197,1 | 216,7 | 235,2 | 250,6 |
| 0,050 | x | 16,43 | 49,53 | 104,4 | 191,2 | 313,8 | 676,7 | 1231 | 2020 | 4413 | 8042 | 13044 | 19370 | 28441 | 39229 | 51489 |
| | y | 34,38 | 48,52 | 59,08 | 66,04 | 76,86 | 95,73 | 108,0 | 123,7 | 151,2 | 176,3 | 199,7 | 218,7 | 244,1 | 266,9 | 282,3 |
| 0,06 | x | 18,14 | 52,96 | 115,7 | 210,8 | 343,2 | 750,3 | 1373 | 2231 | 4855 | 8827 | 14368 | 21282 | 31384 | 43152 | 57373 |
| | y | 37,96 | 51,88 | 65,47 | 72,81 | 84,06 | 106,1 | 120,4 | 136,6 | 166,3 | 193,5 | 219,9 | 240,2 | 269,3 | 293,6 | 314,5 |
| 0,08 | x | 21,08 | 62,28 | 134,8 | 245,2 | 402,1 | 872,8 | 1554 | 2599 | 5688 | 10249 | 16672 | 24518 | 36532 | 50000 | 66323 |
| | y | 44,11 | 61,02 | 76,28 | 86,89 | 98,49 | 123,5 | 139,8 | 159,1 | 194,9 | 224,7 | 255,2 | 276,8 | 313,5 | | |
| 0,10 | x | 24,03 | 70,12 | 152,0 | 277,0 | 456,0 | 980,7 | 1804 | 2942 | 6424 | 11524 | 18879 | 27461 | | | |
| | y | 50,29 | 68,70 | 86,01 | 95,67 | 111,7 | 138,7 | 158,2 | 180,1 | 220,1 | 252,7 | 289,0 | 310,1 | | | |
| 0,12 | x | 25,99 | 77,48 | 167,7 | 306,5 | 500,2 | 1079 | 1986 | 3236 | 7110 | 12700 | 20841 | | | | |
| | y | 54,39 | 75,91 | 94,90 | 105,9 | 122,5 | 152,6 | 174,2 | 198,1 | 243,6 | 278,5 | 319,0 | | | | |
| 0,15 | x | 28,50 | 84,13 | 183,9 | 334,2 | 551,7 | 1195 | 2161 | 3494 | 7769 | | | | | | |
| | y | 59,64 | 84,42 | 104,1 | 115,4 | 135,1 | 169,0 | 189,5 | 213,9 | 258,2 | | | | | | |
| 0,20 | x | 34,32 | 102,0 | 220,7 | 402,1 | 622,0 | 1427 | 2599 | 4217 | 9317 | | | | | | |
| | y | 71,82 | 99,93 | 124,9 | 138,9 | 162,1 | 201,9 | 228,0 | 258,2 | 319,2 | | | | | | |
| 0,25 | x | 37,72 | 112,7 | 245,2 | 447,9 | 735,5 | 1565 | 2876 | 4668 | | | | | | | |
| | y | 78,94 | 110,4 | 138,7 | 154,7 | 180,1 | 221,4 | 252,3 | 285,8 | | | | | | | |

ANEXO - 0021. Sistema de distribución de vapor

Fig. 6 Gráfico para dimensionar tuberías para vapor saturado y vapor recalentado (método de la velocidad)



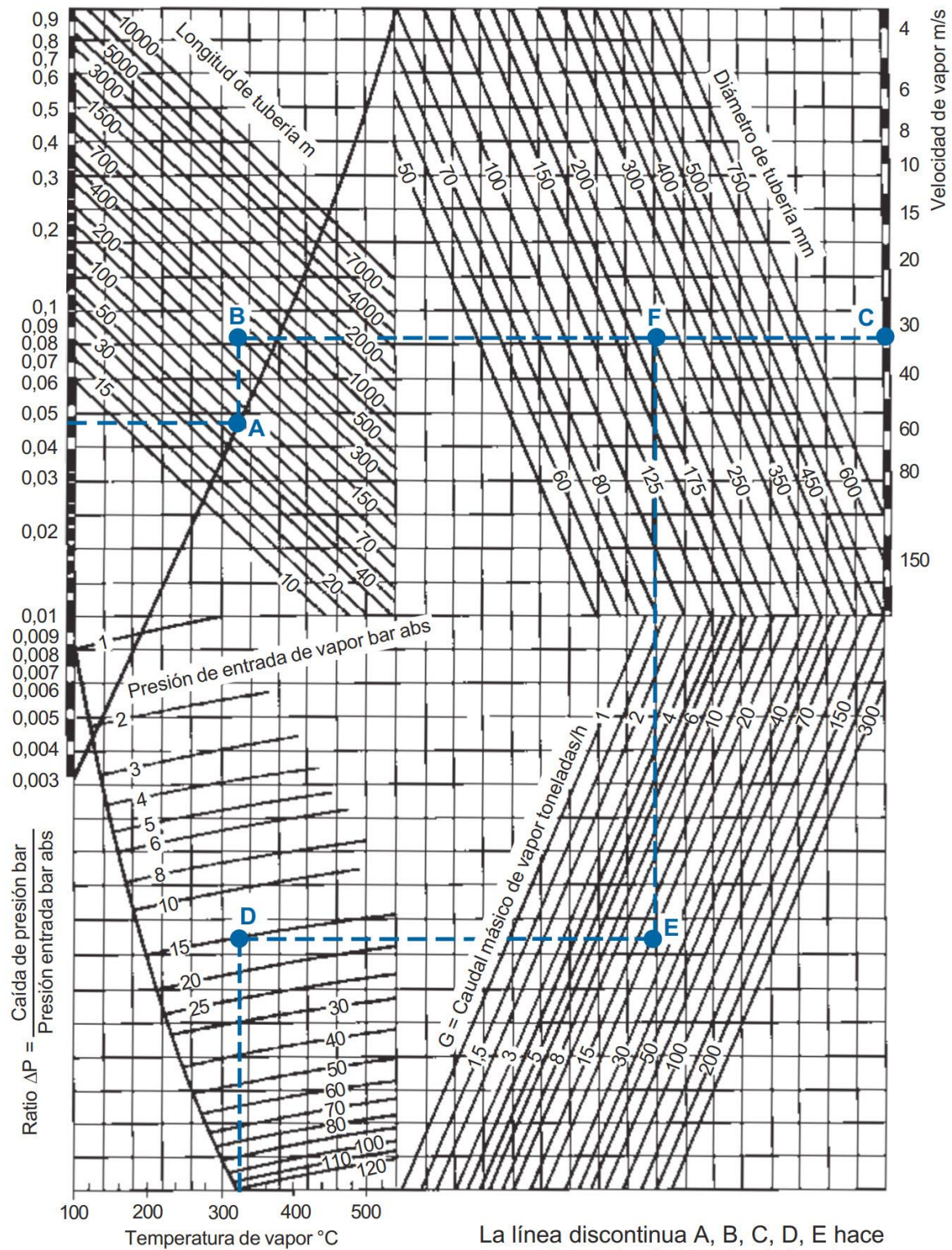
La línea discontinua A, B, C, D, E, hace referencia al ejemplo de la página 10.

Fig. 7 Gráfico de dimensionado de tuberías de vapor (método de la caída de presión)



La línea discontinua A, B, C, D, E hace referencial al ejemplo de la página 11.

Figure 8 Gráfico de dimensionado de tuberías para líneas de distribución mayores



ANEXO - 0022. Sistema de retorno de condensado

Manual N-101S

Guía para la Conservación de Vapor en el Drenado de Condensados

Evaluación y Selección de
Trampa de Vapor.



Armstrong

Instrucciones Para el Uso de las Tablas de Recomendaciones

Para una referencia rápida, una Tabla de Recomendaciones aparece en todas las secciones de “CÓMO TRAMPEAR” de este Manual, páginas 16 a 38.

Un sistema de códigos (que va desde la A hasta la Q) proporciona la información a primera vista.

La Tabla incluye información sobre el tipo de trampas de vapor, y sus principales ventajas, que Armstrong considera que son superiores para cada aplicación en particular.

Por ejemplo, digamos que se está buscando información acerca de la trampa más apropiada para utilizarse en una olla con camisas o chaquetas de vapor con drenaje por gravedad. Entonces se debe:

1 Buscar la sección “Cómo Trampear Ollas con Camisas de Vapor”, páginas 30-31, y ver la Tabla en la esquina

inferior izquierda de la página 30. (La Tabla de Recomendaciones para cada sección siempre está en la primera página de la sección).

2 Encontrar “Ollas con Camisas de Vapor, Drenaje por Gravedad” en la primera columna bajo el encabezado “Equipo a Trampear” y leer en la columna a la derecha la “1era Opción y Código de Cualidades” dada por Armstrong. En este caso, la primera opción es una trampa IBLV y los códigos listados son las letras B, C, E, K, N.

3 Referirse a la Tabla de abajo titulada “Cómo Varios Tipos de Trampas de Vapor Satisfacen Requisitos Específicos de Operación” y leer en la columna extrema hacia la izquierda cada una de las letras código: B, C, E, K, N. La letra “B”, por ejemplo, se refiere a la capacidad de la trampa de conservar energía durante su operación.

4 Seguir el renglón para la letra “B” hacia la derecha hasta que se llegue a la columna que corresponde a la primera opción, en este caso la trampa de balde invertido. Basados en pruebas y condiciones de operación reales, la capacidad de ahorro energético de la trampa de vapor de balde invertido ha sido calificada como “Excelente”. Se sigue este mismo procedimiento para los códigos restantes.

Abreviaciones

| | |
|------|--|
| IB | Trampa de Balde Invertido |
| IBLV | Balde Invertido con Venteador Grande |
| F&T | Trampa de Flotador y Termostática |
| CD | Trampa de Disco Controlado |
| DC | Controlador Automático Diferencial de Condensado |
| CV | Válvula Check |
| T | Balde Térmico |
| PRV | Válvula Reguladora de Presión |



Tabla de Recomendaciones (Referirse a la Tabla en la contraportada B para información sobre los códigos).

| Equipo Siendo Trampeado | 1era Opción y Códigos | Otras Opciones |
|--|---------------------------------|--------------------|
| Ollas Encamisadas Drenaje por Gravedad | IBLV B, C, E, K, N, H | F&T o Termostática |
| Ollas Encamisadas Drenaje a Sifón | DC B, C, E, G, H, K, N, P | IBLV |

Cómo Varios Tipos de Trampas de Vapor Satisfacen Requisitos Específicos de Operación

| Código | Característica | Balde Invertido | F&T | Disco | Termostático | Controlador Diferencial |
|--------|---|------------------|------------|--------------|------------------|-------------------------|
| A | Modo de Operación | (1) Intermitente | Continuo | Intermitente | (2) Intermitente | Continuo |
| B | Ahorro de Energía (Tiempo en Servicio) | Excelente | Buena | Deficiente | Adecuada | (3) Excelente |
| C | Resistencia al Desgaste | Excelente | Buena | Deficiente | Adecuada | Excelente |
| D | Resistencia a la Corrosión | Excelente | Buena | Excelente | Buena | Excelente |
| E | Resistencia al Impacto Hidráulico | Excelente | Deficiente | Excelente | (4) Deficiente | Excelente |
| F | Venteo de aire y CO ₂ a la temperatura del vapor | Sí | No | No | No | Sí |
| G | Capacidad para Venteo Aire a Presiones Muy Bajas (0.02 bar) | Deficiente | Excelente | (5) NR | Buena | Excelente |
| H | Capacidad para Manejar Cargas de Aire al Arranque | Adecuada | Excelente | Deficiente | Excelente | Excelente |
| I | Funcionamiento al Existir Contrapresión | Excelente | Excelente | Deficiente | Excelente | Excelente |
| J | Resistencia a Daños por Congelamiento | Buena | Deficiente | Buena | Buena | Buena |
| K | Capacidad para Purgar el Sistema | Excelente | Adecuada | Excelente | Buena | Excelente |
| L | Desempeño con Cargas Muy Ligeras | Excelente | Excelente | Deficiente | Excelente | Excelente |
| M | Respuesta a Formación Rápida de Condensado | Inmediata | Inmediata | Retardada | Retardada | Inmediata |
| N | Capacidad para Lidar con Suciedad | Excelente | Deficiente | Deficiente | Adecuada | Excelente |
| O | Tamaño Relativo | (7) Grande | Grande | Pequeño | Pequeño | Grande |
| P | Capacidad para Manejar Vapor Flash (Espontáneo) | Adecuada | Deficiente | Deficiente | Deficiente | Excelente |
| Q | Falla Mecánica (Abierta - Cerrada) | Abierta | Cerrada | (8) Abierta | (9) | Abierta |

1. El drenado de condensado es continuo, la descarga es intermitente.
2. Puede ser continuo con cargas bajas.
3. Excelente, si se utiliza vapor secundario.

4. Buena, para trampas bimetalicas y de wafer.
5. No se recomienda para operaciones a baja presión.
6. No se recomiendan trampas de hierro fundido.

7. Mediano, para trampas soldables de acero inoxidable.
8. Pueden fallar cerradas, debido a suciedad.
9. Pueden fallar abiertas o cerradas, dependiendo del diseño de las partes.

Tablas del Vapor...

Qué Son Cómo se Usan

Los valores para el calor y las relaciones presión-temperatura que se usan en este manual han sido tomados de la tabla de Propiedades del Vapor Saturado.

Definición de Términos Usados

Vapor Saturado es vapor puro a una temperatura igual a la temperatura a que hierve el agua a una presión dada.

Presiones Absoluta y Relativa

Presión absoluta es la presión (en bar) medida con respecto al vacío perfecto. Presión Relativa o de Manómetro es la presión (en bar) medida con respecto a la presión atmosférica, la cual es igual a 1.01 bar absoluta. Presión Relativa más 1.01 es igual a la Presión Absoluta. Igualmente, Presión Absoluta menos 1.01 bar es igual a la Presión Relativa.

Relaciones Presión/Temperatura

(Columnas 1, 2 y 3). A cada presión del vapor puro le corresponde una temperatura única. Por ejemplo: al vapor puro a 10 bar absolutos siempre le corresponde una temperatura de 180°C.

Calor del Líquido Saturado (Columna 4). Ésta es la cantidad de calor requerida para elevar la temperatura de un kilogramo de agua desde 0°C hasta el punto de ebullición a la presión y temperatura mostradas. Se expresa en kJ/kg (o en kcal/kg).

Calor Latente o Calor de Vaporización

(Columna 5). Es la cantidad de calor (expresada en kJ/kg o kcal/hr) que se requiere para cambiar un kilogramo de agua hirviendo a un kilogramo de vapor. Esta misma cantidad de calor se libera cuando un kilogramo de vapor se condensa y se vuelve un kilogramo de agua. El Calor Latente es diferente para cada combinación de presión/temperatura, tal como se muestra en la Tabla.

Calor Total del Vapor (Columna 6). Es el calor total en vapor arriba de 0°C. Es igual a la suma del Calor del Líquido Saturado (Columna 4) y el Calor Latente (Columna 5), expresado en kJ/kg o en kcal/kg.

Volumen Específico del Líquido

(Columna 7). Es el volumen por unidad de masa y se expresa en metros cúbicos por kilogramo (m³/kg).

Volumen Específico del Vapor

(Columna 8). Es el volumen por unidad de masa y se expresa en metros cúbicos por kilogramo (m³/kg).

Cómo se Usa la Tabla

Además de poderse determinar las relaciones de presión/temperatura, la Tabla se puede usar para calcular la cantidad de vapor que se condensa en un sistema de calefacción de capacidad (Joules o calorías) conocida. De forma similar, la Tabla se puede usar para calcular la capacidad en Joules o calorías si se conoce la cantidad de vapor siendo condensado. En la sección de Aplicaciones en este Manual se hará referencia varias veces a esta Tabla.

Propiedades del Vapor Saturado

(Tomadas de "Propiedades Termodinámicas del Vapor", por Keenan y Keyes, con permiso de John Wiley & Sons, Inc.)

| Columna 1 Presión Manométrica (bar) | Columna 2 Presión Absoluta (bar) | Columna 3 Temperatura del Vapor (°C) | Columna 4 Calor del Líquido Saturado (kJ/kg) | Columna 5 Calor Latente (kJ/kg) | Columna 6 Calor Total del Vapor (kJ/kg) | Columna 7 Volumen Específico del Líquido Saturado (m ³ /kg) | Columna 8 Volumen Específico del Vapor Saturado (m ³ /kg) |
|--|---|---|--|--|--|--|--|
| -1.008 | 0.0061 | 0.01 | 0.01 | 2501.3 | 2501.4 | 0.001 000 | 206.14 |
| -0.99 | 0.02 | 17.50 | 73.48 | 2460.0 | 2533.5 | 0.001 001 | 67.00 |
| -0.96 | 0.05 | 32.88 | 137.82 | 2423.7 | 2561.5 | 0.001 005 | 28.19 |
| -0.91 | 0.10 | 45.81 | 191.83 | 2392.8 | 2584.7 | 0.001 010 | 14.67 |
| -0.76 | 0.25 | 64.97 | 271.93 | 2346.3 | 2618.2 | 0.001 020 | 6.204 |
| -0.51 | 0.50 | 81.33 | 340.49 | 2305.4 | 2645.9 | 0.001 030 | 3.240 |
| -0.26 | 0.75 | 91.78 | 384.39 | 2278.6 | 2663.0 | 0.001 037 | 2.217 |
| -0.01 | 1.00 | 99.63 | 417.46 | 2258.0 | 2675.5 | 0.001 043 | 1.6940 |
| 0.24 | 1.25 | 105.99 | 444.32 | 2241.0 | 2685.4 | 0.001 048 | 1.3749 |
| 0.49 | 1.50 | 111.37 | 467.11 | 2226.5 | 2693.6 | 0.001 053 | 1.1593 |
| 0.74 | 1.75 | 116.06 | 486.99 | 2213.6 | 2700.6 | 0.001 057 | 1.0036 |
| 0.99 | 2.00 | 120.23 | 504.70 | 2201.9 | 2706.7 | 0.001 061 | 0.8857 |
| 1.24 | 2.25 | 124.00 | 520.72 | 2191.3 | 2712.1 | 0.001 064 | 0.7933 |
| 1.49 | 2.50 | 127.44 | 535.37 | 2181.5 | 2716.9 | 0.001 067 | 0.7187 |
| 1.74 | 2.75 | 130.60 | 548.89 | 2172.4 | 2721.3 | 0.001 070 | 0.6573 |
| 1.99 | 3.00 | 133.55 | 561.47 | 2163.8 | 2725.3 | 0.001 073 | 0.6058 |
| 2.24 | 3.25 | 136.30 | 573.25 | 2155.8 | 2729.0 | 0.001 076 | 0.5620 |
| 2.49 | 3.50 | 138.88 | 584.33 | 2148.1 | 2732.4 | 0.001 079 | 0.5243 |
| 2.74 | 3.75 | 141.32 | 594.81 | 2140.8 | 2735.6 | 0.001 081 | 0.4914 |
| 3.0 | 4.0 | 143.63 | 604.74 | 2133.8 | 2738.6 | 0.001 084 | 0.4625 |
| 3.5 | 4.5 | 147.93 | 623.25 | 2120.7 | 2743.9 | 0.001 088 | 0.4140 |
| 4.0 | 5.0 | 151.86 | 640.23 | 2108.5 | 2748.7 | 0.001 093 | 0.3749 |
| 4.5 | 5.5 | 155.48 | 655.93 | 2097.0 | 2753.0 | 0.001 097 | 0.3427 |
| 5.0 | 6.0 | 158.85 | 670.56 | 2086.3 | 2756.8 | 0.001 101 | 0.3157 |
| 6.0 | 7.0 | 164.97 | 697.22 | 2066.3 | 2763.5 | 0.001 108 | 0.2729 |
| 7.0 | 8.0 | 170.43 | 721.11 | 2048.0 | 2769.1 | 0.001 115 | 0.2404 |
| 8.0 | 9.0 | 175.38 | 742.83 | 2031.1 | 2773.9 | 0.001 121 | 0.2150 |
| 9.0 | 10.0 | 179.91 | 762.81 | 2015.3 | 2778.1 | 0.001 127 | 0.194 44 |
| 10.0 | 11.0 | 184.09 | 781.34 | 2000.4 | 2781.7 | 0.001 133 | 0.177 53 |
| 11.0 | 12.0 | 187.99 | 798.65 | 1986.2 | 2784.8 | 0.001 139 | 0.163 33 |
| 12.0 | 13.0 | 191.64 | 814.93 | 1972.7 | 2787.6 | 0.001 144 | 0.151 25 |
| 13.0 | 14.0 | 195.07 | 830.30 | 1959.7 | 2790.0 | 0.001 149 | 0.140 84 |
| 14.0 | 15.0 | 198.32 | 844.89 | 1947.3 | 2792.2 | 0.001 154 | 0.131 77 |
| 16.5 | 17.5 | 205.76 | 878.50 | 1917.9 | 2796.4 | 0.001 166 | 0.113 49 |
| 19.0 | 20.0 | 212.42 | 908.79 | 1890.7 | 2799.5 | 0.001 177 | 0.099 63 |
| 21.5 | 22.5 | 218.45 | 936.49 | 1865.2 | 2801.7 | 0.001 187 | 0.088 75 |
| 24 | 25 | 223.99 | 962.11 | 1841.0 | 2803.1 | 0.001 197 | 0.079 98 |
| 29 | 30 | 233.90 | 1008.42 | 1795.7 | 2804.2 | 0.001 217 | 0.066 68 |
| 34 | 35 | 242.60 | 1049.75 | 1753.7 | 2803.4 | 0.001 235 | 0.057 070 |
| 39 | 40 | 250.40 | 1087.31 | 1714.1 | 2801.4 | 0.001 252 | 0.049 780 |
| 49 | 50 | 263.99 | 1154.23 | 1640.1 | 2794.3 | 0.001 286 | 0.039 440 |
| 59 | 60 | 275.64 | 1213.35 | 1571.0 | 2784.3 | 0.001 319 | 0.032 440 |
| 69 | 70 | 285.88 | 1267.00 | 1505.1 | 2772.1 | 0.001 351 | 0.027 370 |
| 79 | 80 | 295.06 | 1316.64 | 1441.3 | 2758.0 | 0.001 384 | 0.023 520 |
| 89 | 90 | 303.40 | 1363.26 | 1378.9 | 2742.1 | 0.001 418 | 0.020 480 |
| 99 | 100 | 311.06 | 1407.56 | 1317.1 | 2724.7 | 0.001 452 | 0.018 026 |
| 119 | 120 | 324.75 | 1491.3 | 1193.6 | 2684.9 | 0.001 527 | 0.014 26 |
| 139 | 140 | 336.75 | 1571.1 | 1066.5 | 2637.6 | 0.001 611 | 0.011 485 |
| 159 | 160 | 347.44 | 1650.1 | 930.6 | 2580.6 | 0.001 711 | 0.009 306 |
| 179 | 180 | 357.06 | 1732.0 | 777.1 | 2509.1 | 0.001 840 | 0.007 489 |
| 199 | 200 | 365.81 | 1826.3 | 583.4 | 2409.7 | 0.002 036 | 0.005 834 |
| 219.9 | 220.9 | 374.14 | 1919.3 | 0.0 | 2099.3 | 0.003 155 | 0.003 155 |

Cómo Trampear Sistemas de Distribución de Vapor

Los sistemas de distribución de vapor conectan a las calderas con el equipo que en realidad utiliza el vapor. Estos sistemas de distribución transportan el vapor hasta cualquier sitio en la planta donde se necesita su energía calorífica.

Los tres componentes principales de un sistema de distribución de vapor son los cabezales, las tuberías principales, y los ramales. Cada componente cumple con ciertas funciones específicas en un sistema de vapor y, junto con los separadores y las trampas de vapor, contribuye al uso eficiente del vapor.

Piernas colectoras. Un aspecto común en todos los sistemas de distribución de vapor es la necesidad de tener piernas colectoras a ciertos intervalos en las tuberías (Fig. 16-1). Sus funciones son:

1. Dejar que el condensado sea drenado, por gravedad, del vapor fluyendo a alta velocidad.
2. Colectar el condensado hasta que la presión diferencial sea suficiente para descargarlo a través de una trampa de vapor.

Cabezales de las Calderas

Un cabezal de vapor es una clase especial de tubería de distribución porque puede recibir vapor de una o

varias calderas al mismo tiempo. Lo más común es que sea una tubería horizontal a la que se le alimenta el vapor por la parte superior, y al mismo tiempo se alimentan las tuberías principales de distribución. Es importante trampear el cabezal de forma correcta para asegurarse que cualquier sustancia indeseable (agua de la caldera y/o partículas) será removida del vapor antes de que sea distribuido.

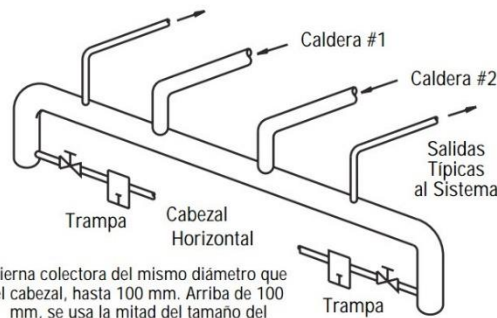
Las trampas de vapor que le dan servicio al cabezal deben ser capaces de descargar grandes cantidades de condensado y partículas en forma instantánea. Resistencia al impacto hidráulico debe ser otro factor importante al seleccionar el tipo de la trampa.

Figura 16-1.
Especificación de las
Piernas Colectoras



Una pierna colectora del tamaño adecuado puede recoger todo el condensado en la línea. En una pierna colectora demasiado pequeña se produce el efecto de "venturi pequeño" donde la caída de presión succiona al condensado fuera de la trampa. Véase Tabla 18-1.

Figura 16-2.
Cabezales de Vapor



Pierna colectora del mismo diámetro que el cabezal, hasta 100 mm. Arriba de 100 mm, se usa la mitad del tamaño del cabezal, pero nunca menos de 100 mm.

Selección de trampa y factor de seguridad para cabezales de vapor (sólo para vapor saturado).

Un factor de seguridad de 1.5 es recomendado para prácticamente cualquier cabezal de vapor. La capacidad requerida para la trampa se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

Capacidad Requerida para la Trampa = Factor de Seguridad x Carga Conectada a la(s) x Caldera(s) x Acarreo Anticipado (típicamente 10%).

EJEMPLO: ¿Qué tamaño de trampa de vapor se requerirá para un cabezal con una carga conectada de 20,000 kg/hr y un acarreo anticipado del 10%?

Utilizando la fórmula:
Capacidad Requerida para la Trampa = $1.5 \times 20,000 \times 0.1 = 3,000 \text{ kg/hr}$

La capacidad de responder inmediatamente a la acumulación de condensado, la excelente resistencia a impacto hidráulico, la capacidad de lidiar con partículas, y el funcionamiento eficiente a bajas cargas son las características que hacen al Balde Invertido (IB) la mejor opción de trampa de vapor para esta aplicación.

Instalación. Si el flujo del vapor en el cabezal es únicamente en una sola dirección, entonces una sola trampa de vapor es necesaria en el extremo de salida del cabezal. Cuando se tiene alimentación de vapor a la mitad del cabezal (Fig. 16-2), o se tiene flujo del vapor en el cabezal en ambas direcciones, cada extremo del cabezal necesita ser trampeado.

Tabla de Recomendaciones (Referirse a la Tabla en la contraportada B para información sobre los "CÓDIGOS").

| Equipo Siendo Trampeado | 1era Opción y Códigos | Otras Opciones |
|-------------------------|-----------------------------|----------------|
| Cabezal de Vapor | IBLV M, E, L, N, B, Q | *F&T |

* Nunca se debe de usar una trampa tipo F&T con vapor sobrecalentado. Siempre se debe de usar una IB con válvula check interna, y con válvula y asiento pulidos.

| Equipo Siendo Trampeado | 1era Opción, Códigos y Alternativa(s) | 0 - 2 bar | Arriba de 2 bar |
|---|---------------------------------------|-------------------|-------------------|
| Tuberías Principales y Ramales. Condiciones Sin congelamiento | B, M, N, L, F, E, C, D, Q | *IB | *IB |
| | Otras Opciones | F&T | **F&T |
| Tuberías Principales y Ramales. Condiciones de congelamiento | B, C, D, E, F, L, M, N, Q, J | *IB | *IB |
| | Otras Opciones | Termostática o CD | Termostática o CD |

* Especificar válvula check interna cuando la presión fluctúa.

** Usar IBLV arriba de los límites de presión y temperatura de las F&T.

NOTA: Con vapor sobrecalentado se especifica una IB con válvula check interna y con válvula y asiento pulidos.

Tuberías Principales

Uno de los usos más comunes para las trampas de vapor es el trapeo de las tuberías principales de vapor. Estas tuberías se deben de mantener libres de aire y de condensado para poder garantizar que el equipo que utiliza el vapor estará trabajando en forma eficiente. Un trapeo inadecuado en las tuberías principales de vapor muy frecuentemente ocasiona que se tenga golpe de ariete y acumulación de condensado, lo cual puede dañar las válvulas de control y otros equipos.

Existen dos métodos comunes para precalentar las tuberías principales de vapor: el supervisado y el automático. El Precalentamiento Supervisado es bastante aceptable para el calentamiento inicial de tuberías de diámetro grande y/o de gran longitud. En este método se recomienda que antes de que el vapor fluya por la tubería principal, se abran completamente las válvulas de las piernas colectoras para que el vapor escape a la atmósfera. Las válvulas de las piernas colectoras se cierran hasta que todo, o casi todo, el condensado del precalentamiento haya sido descargado. Después de éello, las

trampas se encargan de remover el condensado que se puede generar en operación normal del equipo. Se sigue un procedimiento similar para el precalentamiento del sistema de tuberías principales en una planta de energía.

Precalentamiento Automático es cuando se enciende la caldera y se deja que las tuberías principales y algunos, o todos, de los equipos alcancen la temperatura y presión de operación sin intervención manual o supervisión.

PRECAUCIÓN: Independientemente del método de precalentamiento se debe de dar suficiente tiempo durante el ciclo de precalentamiento para minimizar los esfuerzos térmicos y prevenir posible daño al sistema.

Selección de trampas y factor de seguridad para tuberías principales (sólo para vapor saturado). Las trampas se deben de seleccionar para que descarguen el condensado producido por pérdidas de radiación durante la operación normal del equipo. Si se seleccionan basado en la carga de arranque, se tendrán trampas demasiado grandes que se desgastarán

prematuramente. Las piernas colectoras se deben calcular con base en la colección de condensado durante las condiciones de baja presión del precalentamiento. (Véase Tabla 18-1). Las cargas de condensado en una tubería aislada térmicamente se pueden obtener de la Tabla 17-1. Todos los valores en esta tabla presuponen una eficiencia del aislamiento del 75%. Para presiones o diámetros de la tubería no incluidos en la tabla se puede usar la siguiente fórmula:

$$C = \frac{A \times U \times (t_1 - t_2) E}{H}$$

Donde:

- C = Condensado en kg/hr/m
- A = Área exterior de la tubería en metros cuadrados. (Tabla 17-1, columna 2)
- U = kJ/hr·m²·°C de la Gráfica 17-1.
- t₁ = Temperatura del vapor, en °C
- t₂ = Temperatura del aire, en °C
- E = 1 menos la eficiencia del aislamiento térmico. (Ejemplo: eficiencia de aislamiento del 75%: 1 - 0.75 = 0.25, o sea E = 0.25)
- H = Calor latente del vapor. (Ver Tablas de Vapor en la página 2)

Tabla 17.1 Condensación en Tuberías Aisladas que Llevan Vapor Saturado en Aire sin Mover a 21°C (Se supone una eficiencia térmica del 75%)

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

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

Gráfica 17-1. Curvas para Pérdidas de Calor

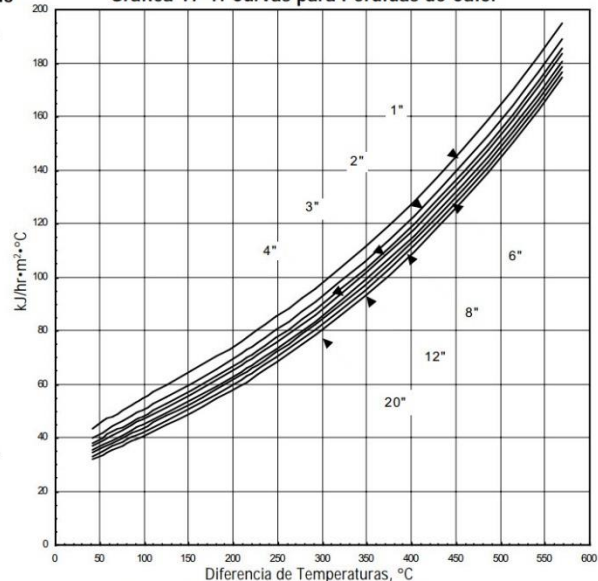


Tabla 17-2. La Carga al Precalentar Desde 21°C, Tubería Cédula 40

| Tamaño de Tubo (in) | Presión del Vapor, bar(g) | | | | | |
|---------------------|---------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 0.1 | 1 | 2 | 4 | 8 | 16 |
| 1 | 0.044 | 0.054 | 0.062 | 0.075 | 0.091 | 0.104 |
| 1.25 | 0.059 | 0.073 | 0.084 | 0.100 | 0.123 | 0.140 |
| 1.5 | 0.070 | 0.087 | 0.101 | 0.120 | 0.147 | 0.184 |
| 2 | 0.094 | 0.117 | 0.135 | 0.161 | 0.197 | 0.224 |
| 2.5 | 0.149 | 0.186 | 0.214 | 0.255 | 0.313 | 0.356 |
| 3 | 0.195 | 0.243 | 0.280 | 0.334 | 0.409 | 0.465 |
| 3.5 | 0.235 | 0.292 | 0.337 | 0.402 | 0.492 | 0.560 |
| 4 | 0.278 | 0.346 | 0.399 | 0.476 | 0.583 | 0.663 |
| 5 | 0.377 | 0.469 | 0.540 | 0.645 | 0.789 | 0.899 |
| 6 | 0.489 | 0.608 | 0.701 | 0.836 | 1.02 | 1.17 |
| 8 | 0.736 | 0.915 | 1.06 | 1.26 | 1.54 | 1.75 |
| 10 | 1.04 | 1.30 | 1.50 | 1.78 | 2.19 | 2.49 |
| 12 | 1.38 | 1.72 | 1.98 | 2.36 | 2.89 | 3.29 |
| 14 | 1.62 | 2.02 | 2.33 | 2.78 | 3.40 | 3.87 |
| 16 | 2.14 | 2.66 | 3.07 | 3.66 | 4.48 | 5.10 |
| 18 | 2.71 | 3.37 | 3.88 | 4.63 | 5.67 | 6.45 |
| 20 | 3.17 | 3.94 | 4.55 | 5.49 | 6.64 | 7.56 |
| 24 | 4.41 | 5.48 | 6.32 | 7.54 | 9.23 | 10.51 |

Tabla 17-3. Peso de Tubería por Metro, en Kilos

| Tamaño de Tubo, in | Diámetro Exterior, mm | Superficie m² / m | Peso de Tubería, kg/m | | |
|--------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|--------------|--------------|
| | | | Cédula 40 | Cédula 80 | Cédula 160 |
| 1 | 33.4 | 0.105 | 2.51 | 3.23 | 4.24 |
| 1.25 | 42.2 | 0.132 | 3.38 | 4.46 | 5.59 |
| 1.5 | 48.3 | 0.152 | 4.05 | 5.40 | 7.23 |
| 2 | 60.3 | 0.190 | 5.43 | 7.47 | 11.08 |
| 2.5 | 73.0 | 0.229 | 8.61 | 11.40 | 14.89 |
| 3 | 88.9 | 0.279 | 11.26 | 15.25 | 21.31 |
| 3.5 | 101.6 | 0.319 | 13.55 | 18.61 | — |
| 4 | 114.3 | 0.359 | 16.05 | 22.29 | 33.63 |
| 5 | 141.3 | 0.444 | 21.75 | 30.92 | 49.04 |
| 6 | 168.3 | 0.529 | 28.23 | 42.51 | 67.4 |
| 8 | 219.1 | 0.688 | 42.48 | 64.56 | 111.1 |
| 10 | 273.1 | 0.858 | 60.23 | 81.45 | 173 |
| 12 | 323.9 | 1.017 | 79.8 | 131.8 | 240 |
| 14 | 355.6 | 1.117 | 94 | 159 | 283 |
| 16 | 406.4 | 1.277 | 123 | 204 | 365 |
| 18 | 457.2 | 1.436 | 156 | 254 | 460 |
| 20 | 508.0 | 1.596 | 199 | 314 | 564 |
| 24 | 609.6 | 1.915 | 254 | 442 | 806 |

Para las trampas que se instalan entre la caldera y el final de la tubería, aplíquese un factor de seguridad de 2. Se aplica un factor de seguridad de 3 para trampas instaladas al final de las tuberías, o antes de las válvulas reguladoras y de cierre que están cerradas por ciertos periodos de tiempo.

Divida la carga de precalentamiento de la Tabla 17-2 entre el número de minutos que se permiten para llegar a la temperatura final del vapor. Multiplíquese por 60 para obtener kilos por hora.

Para presiones de vapor y cédulas de tubería que no se incluyen en la Tabla 17-2 se puede usar la siguiente fórmula para calcular la carga de precalentamiento:

$$C = \frac{W \times (t_1 - t_2) \times 0.477}{H}$$

Donde:

C = Cantidad de condensado, en kg

W = Peso total de la tubería, en kg

(Ver Tabla 17-3 para pesos de tuberías)

t₁ = Temperatura final de la tubería, en °C

t₂ = Temperatura inicial de la tubería, en °C

0.477 = Calor específico de la tubería de acero, en kJ/kg·°C

H = Calor latente del vapor a la temperatura final, en kJ/kg (ver Tablas del Vapor)

Una opción algo conservadora sería: calcular la carga de precalentamiento para llegar a 103.9°C ó 0.14 bar. Dividir entre el número de minutos permitido para llegar a esa temperatura y multiplíquese por 60, para obtener kilogramos por hora. Se debe seleccionar la trampa en base a un diferencial de presión de 0.07 bar por cada 0.71 m de altura entre la parte baja de la tubería principal y la parte superior de la trampa.

La trampa de Balde Invertido (IB) es la recomendada para esta aplicación porque puede lidiar con suciedad y condensado acumulado, y resiste impacto hidráulico. Además, en caso de que el balde invertido llegase a fallar, lo hace en la posición abierta.

Instalación. Los dos métodos de precalentamiento usan piernas colectoras y

trampas en ubicaciones a niveles bajos o puntos de drenado natural, tales como:

- Antes de elevadores
- Al final de tuberías
- Antes de juntas de expansión o curvaturas
- Antes de válvulas o reguladores

Se deben de instalar piernas colectoras y trampas aún cuando no se tengan puntos de drenado natural (Véase Figs. 18-1, 18-2 y 18-3). Estos elementos se deben de instalar normalmente a intervalos de 90 m, pero nunca a más de 150 m.

Con Precalentamiento Supervisado, se deben de usar piernas colectoras con longitud igual a 1.5 veces el diámetro de la tubería, pero nunca de menos de 250 mm. Con Precalentamiento Automático las piernas colectoras deben de ser de al menos 700 mm de longitud. En ambos casos es buena idea el utilizar piernas colectoras del mismo diámetro que el de las tuberías, hasta tuberías de 100 mm; para tamaños mayores se utilizan de la mitad del tamaño del tubo, pero nunca un tamaño menor a 100 mm (Véase Tabla 18-1).

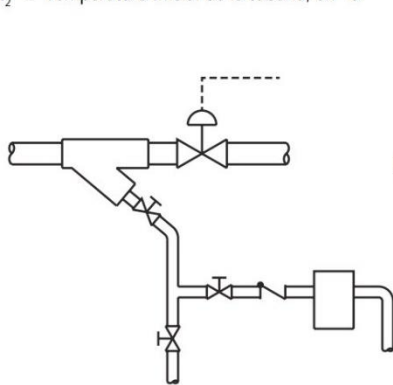


Figura 18-1. Trampa drenando el filtro antes de una válvula reguladora.

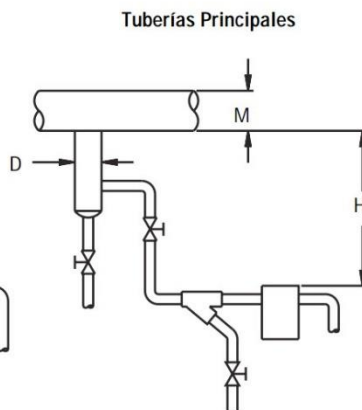


Figura 18-2. Trampa drenando una pierna colectora en tubería principal.

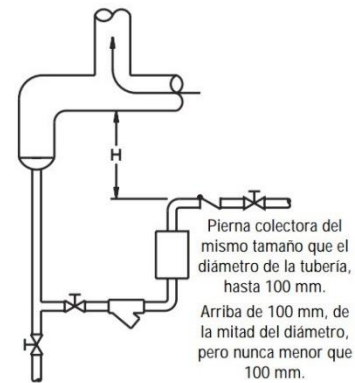


Figura 18-3. Trampa drenando una pierna colectora en ramal hacia arriba. La distancia "H", en m, dividida entre 10 es igual a la presión estática (bar) para forzar el agua a través de la trampa.

Tabla de Recomendaciones (Referirse a la Tabla en la contraportada B para información sobre los "CÓDIGOS").

| Equipo Siendo Trampeado | 1era Opción y Códigos | Otras Opciones |
|-------------------------|--------------------------------|----------------|
| Separador de Vapor | IBLV B, M, L, E, F, N, Q | *DC |

* La DC es la primera opción cuando la calidad de vapor es de 90%, o menos.

Tabla 18-1. Dimensiones Recomendadas para Piernas Colectoras en Tuberías Principales y Ramales.

| Tamaño de Tubería mm in | D | | H | | |
|----------------------------|---------------------------------------|--|--|-----------------------------|-----|
| | Diámetro de Pierna Colectora mm in | Longitud Mínima de Pierna Colectora (mm) | Longitud Mínima de Pierna Colectora (mm) | | |
| | | | Precalentamiento Supervisado | Precalentamiento Automático | |
| 15 | 1/2 | 15 | 1/2 | 250 | 710 |
| 20 | 3/4 | 20 | 3/4 | 250 | 710 |
| 25 | 1 | 25 | 1 | 250 | 710 |
| 50 | 2 | 50 | 2 | 250 | 710 |
| 80 | 3 | 80 | 3 | 250 | 710 |
| 100 | 4 | 100 | 4 | 250 | 710 |
| 150 | 6 | 100 | 4 | 250 | 710 |
| 200 | 8 | 100 | 4 | 300 | 710 |
| 250 | 10 | 150 | 6 | 380 | 710 |
| 300 | 12 | 150 | 6 | 460 | 710 |
| 350 | 14 | 200 | 8 | 535 | 710 |
| 400 | 16 | 200 | 8 | 610 | 710 |
| 450 | 18 | 250 | 10 | 685 | 710 |
| 500 | 20 | 250 | 10 | 760 | 760 |
| 600 | 24 | 300 | 12 | 915 | 915 |

Ramales de Tubería

Los ramales son las tuberías que salen de las tuberías principales de vapor y llevan al vapor hacia el equipo que lo utiliza. El sistema completo debe de ser diseñado y conectado de forma que se evite la acumulación de condensado en cualquier punto del sistema.

Selección de trampas y factor de seguridad para ramales de tubería de vapor. La fórmula para el cálculo de la carga de condensado es la misma que la usada para tuberías principales de vapor. Para ramales de tuberías de vapor también se recomienda un factor de seguridad de 3.

Instalación. El arreglo del sistema de tuberías, de la tubería principal al elemento de control, recomendado para cuando se tienen desviaciones de menos de 3 m es mostrado en la Fig. 19-1, y en la Fig. 19-2 para desviaciones de más de 3 m. Véase la Fig. 19-3 para sistemas de tuberías donde la válvula de control debe de estar a un nivel menor que la tubería principal.

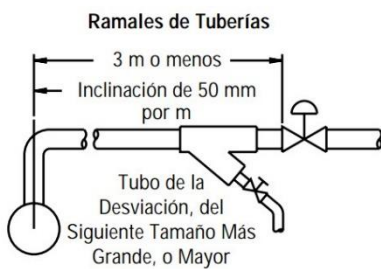


Figura 19-1. Tubería para desviación de menos de 3 m. No se necesita trampa a sólo que la inclinación desde el cabezal de alimentación sea de menos de 50 mm por m.

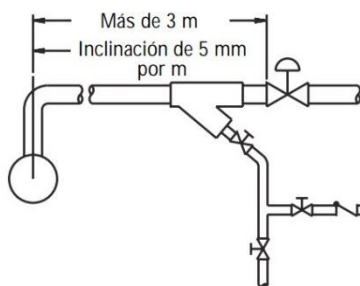


Figura 19-2. Tubería para desviaciones mayores de 3 m. Una pierna colectora y una trampa se necesitan antes de la válvula de control. Un filtro antes de la válvula de control puede servir como pierna colectora si la línea de escape pasa por una trampa de balde invertido. Esto también minimiza el problema de limpiar el filtro. La trampa debe de especificarse con una válvula check interna, o se debe instalar una válvula check de compuerta antes de la trampa.

Instálase un filtro del tamaño de la tubería antes de cada válvula de control, así como también antes de la válvula reguladora de presión (PRV), si es que existe una. Instálase una válvula de escape, preferiblemente con una trampa IB (de Balde Invertido). A los pocos días de haber arrancado el sistema se debe de checar la malla del filtro para limpiarla en caso de que sea necesario.

Separadores

Los separadores de vapor están diseñados para remover cualquier condensado que se forme en un sistema de distribución de vapor. Los separadores son usualmente instalados antes del equipo donde es particularmente necesario que se tenga vapor seco. También son típicos en tuberías de vapor secundario, debido a que por su misma naturaleza tienen un gran porcentaje de condensado que ha sido separado.

Factores importantes en la selección de trampas para separadores son la habilidad de descargar acumulación de condensado, proveer buena resistencia contra impacto hidráulico, y operar con cargas ligeras.

Selección de trampas y factor de seguridad para separadores. Úsese un factor de seguridad de 3 en todos los casos; aún cuando se recomiendan, en base a la carga de condensado y a la presión de operación, diferentes tipos de trampas.

La siguiente fórmula se puede usar para calcular la capacidad requerida para la trampa:

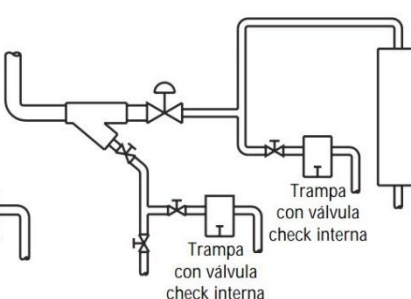


Figura 19-3. Independientemente de la longitud de la desviación, una pierna colectora y una trampa se necesitan antes de la válvula de control ubicada más abajo que la tubería principal de vapor. Si el serpentín está más arriba que la válvula de control, una trampa también se debe de instalar a la salida de la válvula de control.

Capacidad requerida para la trampa (kg/hr) = Factor de Seguridad x Flujo de vapor (kg/hr) x Porcentaje estimado de condensado (típicamente de 10% a 20%).

EJEMPLO: ¿Qué tamaño de trampa de vapor se requerirá para un flujo de 500 kg/hr? Usando la fórmula:

$$\text{Capacidad requerida para la trampa} = 3 \times 500 \times 0.10 = 150 \text{ kg/hr.}$$

La trampa de Balde Invertido con un venteador grande (IBLV) es la que se recomienda para los separadores. La trampa tipo F&T es una alternativa válida si la suciedad y el impacto hidráulico no son un problema grande.

Un Controlador Automático Diferencial de Condensado (DC) puede ser preferido para ciertos casos. Combina las mejores características de las dos recomendaciones anteriores y es recomendado para grandes cargas de condensado, especialmente si se excede la capacidad del separador.

Instalación

Conéctense las trampas a la línea de drenaje del separador, a unos 250 a 300 mm debajo del separador. La tubería de drenaje debe ser del mismo tamaño que el especificado en la conexión del separador, y va hasta la salida a la trampa (Fig. 19-4). El tubo del drenaje y el colector de suciedad deben de ser del mismo tamaño que la conexión del drenaje.

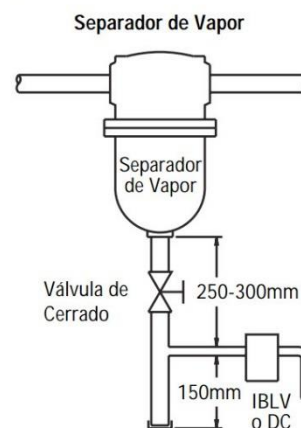


Figura 19-4. Drenado a la salida del separador. Una pierna colectora y un colector de suciedad, del mismo tamaño que la tubería, son necesarios para asegurar un flujo positivo y rápido del condensado a la trampa.

Cómo Trampear Intercambiadores de Calor de Tubos y Coraza & Serpentines Sumergidos

Serpentines sumergidos son elementos para transferencia de calor que se sumergen en el líquido que se va a calentar, evaporar o concentrar. Este tipo de serpentín se puede encontrar en cualquier fábrica o institución que utiliza vapor. Ejemplos típicos son calentadores de agua, hervidores, calentadores de succión, evaporadores, y vaporizadores. Estos equipos son usados para calentar agua para el proceso o para uso domestico, vaporizar gases industriales como propano y oxígeno, concentrar fluidos en proceso, como azúcar, petróleo, licores, y combustible para calefacción para su fácil transportación y atomización.

Los diferentes requerimientos de cada aplicación, ya sea a presión de vapor constante o variable, determinan que tipo de trampa debe de especificarse. Factores que deben considerarse en la selección incluyen la capacidad para lidiar con aire a presiones diferenciales bajas, para conservar energía, y para remover basuras y bloques de condensado acumulado. Tres métodos estándar de selección ayudan en la

determinación del tipo y tamaño apropiado para las trampas del serpentín.

Factor de Seguridad

- I. Presión Constante del Vapor.
TRAMPAS DE BALDE INVERTIDO O TRAMPAS F&T. Usar un factor de seguridad de 2 a la presión diferencial de operación.
- II. Presión Variable del Vapor.
TRAMPAS F&T O TRAMPAS DE BALDE INVERTIDO.
 1. Vapor de 0 a 1 bar: Factor de seguridad de 2 a una presión diferencial de 0.1 bar.
 2. Vapor de 1 a 2 bar: Factor de seguridad de 2 a una presión diferencial de 0.2 bar.
 3. Vapor arriba de 2 bar: Factor de seguridad de 3 a la mitad de la máxima presión diferencial a través de la trampa.
- III. Para presión de vapor constante o variable con drenaje por sifón. Un Controlador

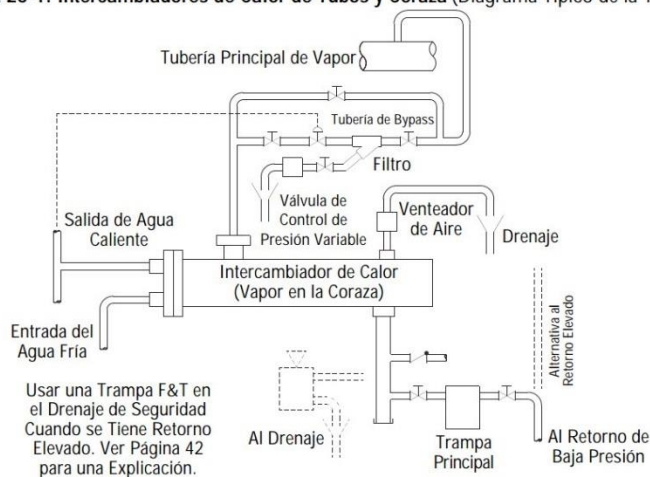
Automático Diferencial de Condensado (DC) debe de usarse con un factor de seguridad de 3. Una alternativa es una IBLV con un factor de seguridad de 5.

Con presión constante de vapor, aplíquese el factor de seguridad a la presión diferencial total. Con presión variable de vapor, aplíquese el factor de seguridad a la mitad de la máxima presión diferencial.

Intercambiadores de Calor de Tubos y Coraza

Un tipo de serpentín sumergido es el intercambiador de calor de tubos y coraza (Fig. 26-1). En estos intercambiadores se instalan varios tubos dentro de una cámara o coraza con una área libre reducida. Ésto básicamente asegura que siempre hay contacto entre los tubos y el fluido viajando en la coraza. Aún cuando el término sumergido implica que el vapor fluye en los tubos y que los tubos están sumergidos en el fluido siendo calentado, lo opuesto puede también ser implementado, con el vapor en la coraza y el líquido en los tubos.

Figura 26-1. Intercambiadores de Calor de Tubos y Coraza (Diagrama Típico de la Tubería)



Selección de Trampas para Intercambiadores de Calor de Tubos y Coraza

Para determinar la carga de condensado en intercambiadores de tubos y coraza se usa la fórmula dada a continuación, si es que se conoce la capacidad nominal. *(Si sólo se conocen las dimensiones del serpentín, úsese la fórmula dada para serpentines estampados. Asegúrese de seleccionar el factor "U" apropiado):

$$Q = \frac{L \times \Delta T \times C \times 60 \times sg}{H}$$

Donde:

- Q = Carga de condensado, en kg/hr
- L = Flujo del líquido, en lt/min
- ΔT = Incremento en temperatura, en °C
- C = Calor específico del líquido, en kJ/kg·°C (Tabla 50-1)
- 60 = 60 min/hr
- sg = Gravedad específica del líquido (Tabla 50-1)
- H = Calor latente del vapor, en kJ/kg (Ver Tablas de Vapor, página 2)

Tabla de Recomendaciones (Referirse a la Tabla en la contraportada B para información sobre los "CÓDIGOS").

| Equipo Siendo Trampeado | 1era Opción y Códigos | Presión Constante | | 1era Opción y Códigos | Presión Variable | |
|--|---------------------------|-------------------|-----------------|-----------------------|------------------|-------------------|
| | | 0-2 bar | Arriba de 2 bar | | 0-2 bar | Arriba de 2 bar |
| Intercambiador de Calor de Tubos y Coraza | I, F, Q, C, E, K, N, B, G | IBLV | IBLV | B, C, G, H, L, I | F&T ³ | *F&T ³ |
| Serpentines Estampados y Serpentines Tubulares | Alternativa | DC F&T | DC *F&T | Alternativa | DC IBT | DC IBLV |

* Los límites de presiones para las trampas F&T pueden ser un poco diferentes para ciertos modelos y tamaños.

POR FAVOR NÓTESE QUE:

1. Se debe de proveer un rompedor de vacío cuando se tengan presiones menores a la atmosférica.
2. Se debe tener un drenaje de seguridad cuando se eleve el condensado en servicio a presión variable.
3. Si se tiene que lidiar con grandes cantidades de aire y suciedad, la trampa de balde invertido con un venteador termostático externo puede ser una alternativa eficiente.

EJEMPLO: Supóngase que se tiene un flujo de agua de 200 lt/min con una temperatura de entrada de 20°C y una temperatura de salida de 60°C. La presión del vapor es de 1 bar. Determine la carga de condensado.

Usando la fórmula:

$$Q = \frac{200 \times 40^\circ\text{C} \times 4.19 \text{ kJ/kg}\cdot^\circ\text{C} \times 60 \times 1}{2202 \text{ kJ/kg}} = \frac{913}{\text{kg/hr}}$$

* Para especificar las trampas en hervidores, vaporizadores y evaporadores (equipo que crea vapor), se debe de usar la fórmula para SERPENTINES ESTAMPADOS en la página 27.

Cómo Trampear Ollas con Camisas de Vapor

Ollas con camisas (o chaquetas) de vapor son esencialmente ollas de cocido o concentradores con camisas o chaquetas de vapor alrededor de ellas. Se pueden encontrar en cualquier parte del mundo y en casi cualquier tipo de aplicación: empacadoras de carne, fábricas de papel y de azúcar, máquinas de derretido, procesadoras de frutas y vegetales, preparación de alimentos, y muchas otras más.

Existen básicamente dos tipos de ollas con camisas de vapor: con drenaje fijo por gravedad, y con drenaje inclinado por sifón. Cada tipo requiere de una forma especial para el trapeo del vapor, aunque los problemas principales son los mismos para ambos tipos.

El problema más grande de las ollas encamisadas es el aire encerrado dentro de las camisas de vapor, el cual tiene un efecto negativo en la temperatura del sistema. Ollas encamisadas son usualmente utilizadas en operaciones

por lotes o cargas, donde el mantener una temperatura uniforme o de "cocido" es crítico. Cuando se tiene demasiado aire en el sistema, la temperatura varía en un rango bastante amplio y puede resultar en que parte del producto acaba sobrecocido o quemado, y en general el proceso se hace más lento. Específicamente, bajo ciertas condiciones con tan sólo un contenido en volumen del 0.5% de aire en el vapor, es suficiente para formar una capa aisladora en las superficies de transferencia de calor, lo cual reduce la eficiencia de la transferencia hasta en un 50%. Ver páginas 5 y 6.

Un segundo problema al usar ollas con camisas de vapor es la necesidad de remover el condensado en forma total y uniforme. Cualquier acumulación de condensado en las camisas resulta en un control de temperatura inestable, una menor capacidad de operación de la olla, y el riesgo de tener golpe de ariete.

Selección de Trampas para Ollas Encamisadas

La Tabla 31-1 lista las capacidades de trampa requeridas dependiendo del tamaño de la olla y las siguientes suposiciones: $U = 3.6 \text{ MJ/hr}\cdot\text{m}^2\cdot^\circ\text{C}$
Factor de seguridad de 3

EJEMPLO: ¿Cuál es la capacidad de trampa recomendada para una olla de 860mm drenada por gravedad y operando con vapor a 2.5 bar? Directamente de la gráfica se obtiene una capacidad de la trampa de 760 kg/hr a la presión de operación especificada.

Otro posible método para calcular la carga de condensado es mediante el uso de la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{L \times sg \times C_p \times \Delta T \times 1}{H \times t}$$

Donde:

- Q = Carga de condensado, en kg/hr
- L = Volumen del líquido a ser calentado (liter)
- sg = Gravedad específica del líquido
- C_p = Calor específico del líquido (kJ/kg·°C)
- ΔT = Aumento de temperatura del líquido, °C
- 1 = kg/lt de agua
- H = Calor latente del vapor (kJ/kg)
- t = Tiempo de calentamiento del producto, en hr

Figura 30-1. Olla con Drenaje Fijo por Gravedad

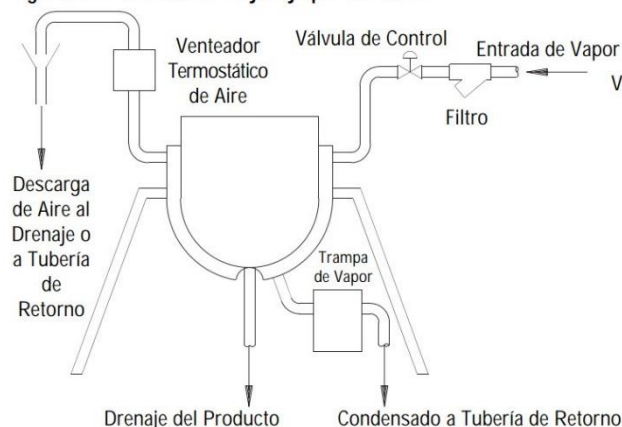


Figura 30-2. Olla con Drenaje Inclinado por Sifón

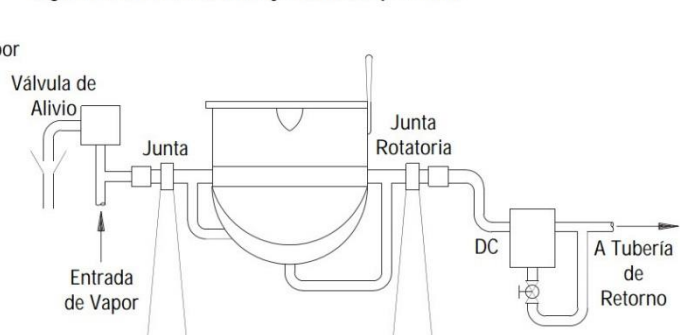


Tabla de Recomendaciones (Referirse a la Tabla en la contraportada B para información sobre los "CODIGOS").

| Equipo Siendo Trampeado | 1era Opción y Códigos | Otras Opciones |
|--|---------------------------------|-----------------------|
| Ollas Encamisadas Drenaje por Gravedad | IBLV B, C, E, K, N, H | F&T o Termostática |
| Ollas Encamisadas Drenaje a Sifón | DC B, C, E, G, H, K, N, P | IBLV |

Cómo Trampear Equipo con Cámaras de Vapor Cerradas y Estacionarias

El equipo con cámaras de vapor cerradas y estacionarias incluye planchas de placa para la fabricación de maderas compuestas y otros productos laminados, moldes con camisas de vapor para componentes de hule o plástico, hornos autoclave para curar y esterilizar, y retortas para cocido.

Productos Encerrados en Prensas con Camisas de Vapor

Productos moldeados de hule y de plástico, tales como estuches de baterías, juguetes, conexiones y llantas, son formados y curados en equipo de este tipo. Así como maderas laminadas que son comprimidas, pegadas y curadas (plywood). Máquinas de planchado de superficies planas en las lavanderías son una forma especializada de prensar con una cámara de vapor en un sólo lado del producto.

Selección de Trampas y Factor de Seguridad

La carga de condensado para equipo con cámaras de vapor cerradas y estacionarias se puede calcular mediante el uso de la siguiente fórmula:

$$Q = A \times R \times S$$

Donde:

- Q = Carga de condensado, en kg/hr
- A = Área total de la superficie de las placas en contacto con el producto, en m²
- R = Capacidad de condensación, en kg/m²/hr (Cuando se especifica la trampa, el valor de 35 kg/m²/hr se puede usar para la capacidad de condensación)
- S = Factor de Seguridad

EJEMPLO: ¿Cuál es la carga de condensado en la placa de enmedio, de 600 mm x 900 mm, en una prensa?

Usando la fórmula: $Q = 0.54 \times 35 \times 3 = 56.7$ kg/hr
Sólo la mitad de esta carga se necesita en las placas de los extremos.

El factor de seguridad recomendado para este tipo de aplicaciones es de 3.

La trampa de Balde Invertido (IB) es la primera opción recomendada para cámaras con camisas de vapor, secadoras y planchadoras, ésto es debido a sus características para purgar el sistema, resistir impacto hidráulico y conservar energía en forma adecuada. El tipo de trampas de disco y la termostática son alternativas aceptables.

Instalación

Aún cuando la carga de condensado en cada plataforma es baja, trapeo unitario es esencial para prevenir cortocircuito, Fig. 32-1. Trapeo independiente garantiza temperatura máxima y uniforme para cada presión del vapor, ya que se tiene un drenado de condensado y un purgado de no-condensables bastante eficiente.

Inyección Directa de Vapor en la Cámara del Producto

Este tipo de equipo combina vapor con el producto con el propósito de curarlo, esterilizarlo o cocerlo. Ejemplos típicos son los hornos de autoclave usados en la fabricación de productos de hule o plástico, esterilizadores de ropas y de instrumento de cirugía, y retortas para cocimiento de alimentos y productos enlatados.

Selección de Trampas y Factores de Seguridad

Calcular la carga de condensado mediante la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{W \times C \times \Delta T}{H \times t}$$

Donde:

- Q = Carga de condensado, en kg/hr
- W = Peso del material, en kg
- C = Calor específico del material, en kJ/kg°C (Ver página 50)
- ΔT = Incremento en temperatura del material, en °C
- H = Calor latente del vapor, en kJ/kg (de las Tablas de Vapor, página 2)
- t = Tiempo de calentamiento del material, en horas

EJEMPLO: ¿Cuál será la carga de condensado en un horno autoclave que contiene 100 kg de un producto de hule que debe de ser calentado a una temperatura de 150°C, desde una temperatura de 20°C? El horno autoclave opera a una presión del vapor de 8 bar, y el proceso de precalentamiento se lleva 20 minutos. Usando la fórmula:

$$Q = \frac{100 \text{ kg} \times 1.74 \text{ kJ/kg} \cdot \text{°C} \times 130 \text{°C} \times 60}{2031 \text{ kJ/kg} \times 20} = 33.4 \text{ kg/hr}$$

Multiplíquese por el factor de seguridad recomendado de 3, y se obtiene la capacidad requerida de 100 kg/hr.

Figura 32-1. Producto Confinado en Prensas con Camisas de Vapor

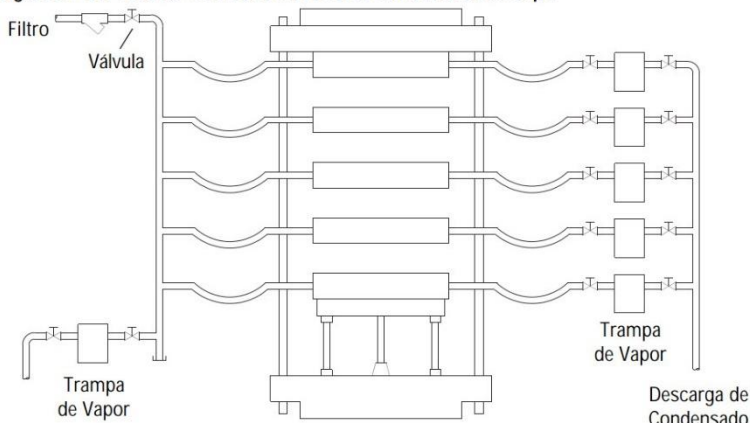


Tabla de Recomendaciones (Referirse a la Tabla en la contraportada B para información sobre los "CODIGOS").

| Equipo Siendo Trapeado | 1era Opción y Códigos | Otras Opciones |
|--|----------------------------|---------------------------|
| Producto Confinado en Prensa con Camisas de Vapor | IB B, K, E, A | CD y Termostática |
| Inyección de Vapor Directamente a la Cámara del Producto | *IB B, N, K, E, A, H | Termostática y F&T y **DC |
| Producto en Cámaras - Vapor en Camisas | *IB B, K, E, A, H | Termostática y F&T y **DC |

* Un ventilador adicional de aire es recomendado
** Primera opción para tanques de gran volumen

Cómo Trampear Secadoras Rotatorias con Drenaje por Sifón

Existen dos tipos de secadoras rotatorias que varían de forma significativa en cuanto a método de funcionamiento y clases de aplicaciones. El primer sistema seca el producto al ponerlo en contacto con la superficie exterior de un cilindro lleno de vapor. El segundo sistema tiene el producto dentro de un cilindro rotatorio donde tubos con vapor secan el producto al entrar en contacto directo con el producto. En algunos casos también se usa una camisa de vapor alrededor del cilindro.

Factor de Seguridad

El factor de seguridad para ambos métodos de secado depende del tipo de drenaje que se ha instalado.

■ Si se ha especificado un controlador automático diferencial de condensado (DC), se debe de usar un factor de seguridad de 3, basado en la carga máxima. Así se tendrá suficiente capacidad para manejar el vapor flash, grandes cantidades de condensado, variaciones de presión, y el drenado de no-condensables. La trampa DC puede llevar a cabo estas operaciones en situaciones de presión constante y variable.

■ Si se ha especificado una trampa de balde invertido con venteador adicional se debe de incrementar el factor de seguridad para poder compensar por las grandes cantidades de vapor flash y de no-condensables que se tendrán que drenar. Se recomienda un factor de seguridad de 8 cuando se tiene operación a presión constante; y de 10 cuando es a presión variable.

Cilindro Rotatorio Lleno de Vapor con el Producto por Afuera

Este tipo de secadoras son utilizadas extensamente en la industria del papel, textil, plásticos y alimenticia, donde ejemplos típicos de equipo son los cilindros de secado, secadora de tambor, planchadoras de tintorería, y secadoras de papel. Su velocidad de operación varía desde 1 o 2 rpm hasta velocidades de 5,000 rpm. Presiones de operación del vapor varían desde presiones sub-atmosféricas hasta más de 14 bar. Los diámetros de los cilindros pueden variar desde 150 o 200 mm hasta 4 m o más. En todos los casos se requiere drenaje por sifón y se tendrá vapor flash junto con el condensado.

Selección de Trampas

La carga de condensado se puede calcular mediante el uso de la siguiente fórmula:

$$Q = 3.14D \times R \times W$$

Donde:

Q = Carga de condensado, en kg/hr

D = Diámetro de la secadora, en m

R = Capacidad de condensación, en kg/m²·hr

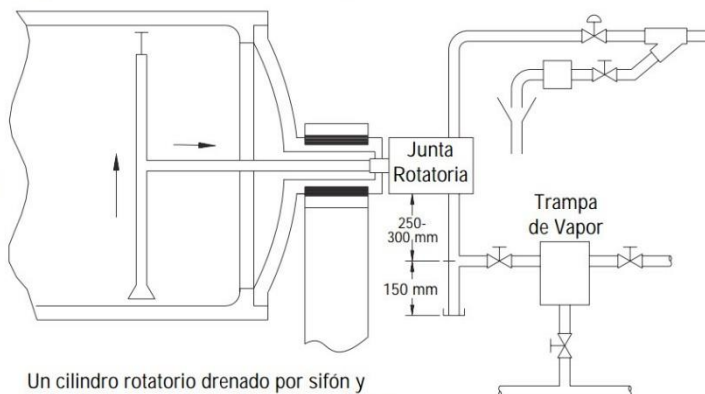
W = Ancho de la secadora, en m

EJEMPLO: Determinar la carga de condensado de una secadora de 1.5 m de diámetro, 4.0 m de ancho y una capacidad de condensación de 35 kg/m²·hr. Usando la fórmula:

$$Q = 3.14 \times 1.5 \times 35 \times 4 = 659.4 \text{ kg/hr}$$

Basado en su capacidad para lidiar con vapor flash, con bloques de condensado, y el purgado del sistema, un controlador DC es la primera recomendación. Una trampa IBLV puede ser apropiada si se selecciona siguiendo los pasos recomendados.

Figura 34-1. Secadora con Producto por Afuera



Un cilindro rotatorio drenado por sifón y rodeado de vapor. Parte del condensado se convierte en vapor flash debido al tubo con camisas de vapor del sifón, y a la elevación por el sifón del condensado durante el drenado.

Tabla de Recomendaciones (Referirse a la Tabla en la contraportada B para información sobre los "CODIGOS").

| Equipo Siendo Trampeado | 1era Opción y Códigos | Otras Opciones |
|-------------------------|---------------------------|----------------|
| Secadoras Rotatorias | DC A, B, K, M, P, N | IBLV* |

* Bajo presión constante se usa un factor de seguridad de 8, y bajo presión variable de 10.

Selección de Trampas y Factores de Seguridad

Esta Tabla resume recomendaciones sobre las trampas que probablemente son las más eficientes para ciertas aplicaciones. Los valores de factor de seguridad recomendados

aseguran una operación sin problemas bajo condiciones cambiantes. Contacte a su representante de Armstrong para obtener información más específica sobre las trampas

y sobre los factores de seguridad recomendados.

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

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

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

Definiendo el Diámetro de las Tuberías de Suministro y de Retorno de Condensados

Definiciones

Tuberías Principales de Vapor o Tuberías Principales llevan el vapor desde la caldera hasta el lugar en la planta en donde se encuentran varios equipos que utilizan el vapor.

Ramales de Vapor llevan el vapor desde las tuberías principales de vapor hasta los equipos calentados con vapor.

Tuberías de Descarga del Vapor llevan el condensado de varias tuberías de descarga de trampas y lo llevan de regreso a la caldera.

Tuberías de Retorno de Condensado reciben el condensado de varias tuberías de descarga de trampas y lo llevan de regreso a la caldera.

NOTA: Los rangos de velocidad mostrados en las tablas de Capacidades de las Tuberías de Vapor, Tablas 45-1 a 46-4, pueden ser usados como una guía general cuando se quiere definir el diámetro de las

tuberías de vapor. Todos los flujos de vapor hacia arriba de un color específico son menores que el correspondiente a la velocidad mostrada en la tabla de los colores.

Diámetro de Tuberías

Hay dos factores principales que definen el diámetro de las tuberías en un sistema de vapor:

1. La presión inicial en la caldera y la caída de presión permitida para todo el sistema de tuberías. La caída total de presión en el sistema no debe de exceder 20% de la presión máxima en la caldera. Este valor debe incluir todas las caídas: en los tubos, en los codos, en las válvulas, etc. Recuérdese que una caída de presión es una pérdida de energía.
2. Velocidad del vapor. Erosión y ruido aumentan la velocidad. Velocidades recomendadas para vapor de proceso son de

30 a 60 m/s; y normalmente se tienen velocidades más bajas en sistemas de calentamiento a presiones más bajas.

Otro factor es crecimiento en el futuro. El tamaño de las tuberías se debe de definir en base a las condiciones contempladas para el futuro. Si no se está seguro sobre el futuro, se debe recordar que se tendrán menos problemas con una tuberías de diámetro más grande que el requerido, que con una tubería de tamaño apenas suficiente para la carga en el sistema.

La tabla de abajo proporciona la designación de colores y las velocidades correspondientes

| Arriba De | Velocidad Menor Que |
|-----------|---------------------|
| Violeta | 30 m/sec |
| Amarillo | 40 m/sec |
| Azul | 50 m/sec |
| Rojo | 60 m/sec |
| Verde | 75 m/sec |

Tabla 45-1. Capacidad de Tuberías de Vapor a 0.3 bar - Tubo Cédula 40

| Tamaño de Tubería (in) | Caída de Presión, Pa/m | | | | |
|------------------------|------------------------|--------|--------|--------|--------|
| | 30 | 60 | 120 | 180 | 240 |
| 1/2 | 1.8 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 3/4 | 5 | 7 | 10 | 12 | 14 |
| 1 | 11 | 14 | 20 | 25 | 28 |
| 1 1/4 | 24 | 31 | 45 | 55 | 64 |
| 1 1/2 | 37 | 46 | 69 | 83 | 96 |
| 2 | 73 | 96 | 138 | 170 | 198 |
| 2 1/2 | 124 | 161 | 230 | 280 | 326 |
| 3 | 225 | 299 | 423 | 519 | 597 |
| 3 1/2 | 335 | 446 | 629 | 772 | 891 |
| 4 | 478 | 629 | 891 | 1 094 | 1 263 |
| 5 | 886 | 1 167 | 1 654 | 2 026 | 2 338 |
| 6 | 1 451 | 1 915 | 2 715 | 3 330 | 3 840 |
| 8 | 3 027 | 3 987 | 5 654 | 6 931 | 7 992 |
| 10 | 5 521 | 7 275 | 10 316 | 12 645 | 14 588 |
| 12 | 8 860 | 11 676 | 16 558 | 20 297 | 23 411 |

Tabla 45-4. Capacidad de Tuberías de Vapor a 4 bar - Tubo Cédula 40

| Tamaño de Tubería (in) | Caída de Presión, Pa/m | | | | | |
|------------------------|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 30 | 60 | 120 | 180 | 240 | 450 |
| 1/2 | 3.7 | 6 | 8 | 10 | 12 | 16 |
| 3/4 | 9 | 13 | 18 | 23 | 26 | 36 |
| 1 | 18 | 26 | 37 | 46 | 53 | 73 |
| 1 1/4 | 41 | 59 | 82 | 101 | 117 | 160 |
| 1 1/2 | 64 | 91 | 129 | 158 | 182 | 249 |
| 2 | 130 | 130 | 260 | 318 | 369 | 504 |
| 2 1/2 | 214 | 304 | 429 | 525 | 607 | 830 |
| 3 | 393 | 555 | 779 | 963 | 1 110 | 1 521 |
| 3 1/2 | 588 | 829 | 1 175 | 1 438 | 1 661 | 2 271 |
| 4 | 829 | 1 175 | 1 663 | 2 056 | 2 350 | 3 221 |
| 5 | 1 530 | 2 170 | 3 069 | 3 755 | 4 350 | 5 934 |
| 6 | 2 523 | 3 560 | 5 046 | 6 184 | 7 119 | 9 771 |
| 8 | 5 235 | 7 419 | 10 506 | 12 856 | 14 837 | 20 322 |
| 10 | 9 584 | 13 547 | 19 123 | 23 500 | 27 140 | 37 142 |
| 12 | 15 344 | 21 703 | 30 734 | 37 669 | 43 544 | 59 428 |

Tabla 45-2. Capacidad de Tuberías de Vapor a 1.0 bar - Tubo Cédula 40

| Tamaño de Tubería (in) | Caída de Presión, Pa/m | | | | |
|------------------------|------------------------|--------|--------|--------|--------|
| | 30 | 60 | 120 | 180 | 240 |
| 1/2 | 2.3 | 3.7 | 5 | 6 | 7 |
| 3/4 | 6 | 8 | 12 | 15 | 17 |
| 1 | 13 | 18 | 25 | 30 | 35 |
| 1 1/4 | 27 | 38 | 56 | 65 | 74 |
| 1 1/2 | 42 | 60 | 83 | 102 | 120 |
| 2 | 83 | 120 | 171 | 208 | 241 |
| 2 1/2 | 139 | 199 | 278 | 343 | 398 |
| 3 | 259 | 366 | 514 | 630 | 727 |
| 3 1/2 | 384 | 546 | 769 | 945 | 1 088 |
| 4 | 546 | 769 | 1 088 | 1 334 | 1 542 |
| 5 | 1 010 | 1 426 | 2 015 | 2 469 | 2 859 |
| 6 | 1 658 | 2 343 | 3 311 | 4 052 | 4 687 |
| 8 | 3 450 | 4 877 | 6 891 | 8 438 | 9 754 |
| 10 | 6 299 | 8 901 | 12 574 | 15 399 | 17 798 |
| 12 | 10 110 | 14 283 | 20 179 | 24 717 | 28 571 |

Tabla 45-5. Capacidad de Tuberías de Vapor a 7 bar - Tubo Cédula 40

| Tamaño de Tubería (in) | Caída de Presión, Pa/m | | | | |
|------------------------|------------------------|--------|--------|--------|---------|
| | 120 | 180 | 240 | 450 | 1200 |
| 1/2 | 10 | 12 | 4 | 20 | 32 |
| 3/4 | 24 | 29 | 33 | 45 | 75 |
| 1 | 47 | 56 | 66 | 91 | 150 |
| 1 1/4 | 103 | 127 | 146 | 200 | 324 |
| 1 1/2 | 160 | 197 | 226 | 310 | 508 |
| 2 | 324 | 400 | 461 | 633 | 1 030 |
| 2 1/2 | 536 | 658 | 762 | 1 038 | 1 697 |
| 3 | 983 | 1 204 | 1 392 | 1 903 | 3 108 |
| 3 1/2 | 1 467 | 1 801 | 2 078 | 2 845 | 4 640 |
| 4 | 2 078 | 2 548 | 2 943 | 4 024 | 6 563 |
| 5 | 3 841 | 4 711 | 5 444 | 7 442 | 12 148 |
| 6 | 6 309 | 7 734 | 8 942 | 12 218 | 19 938 |
| 8 | 13 131 | 16 102 | 18 608 | 25 432 | 41 503 |
| 10 | 23 962 | 29 383 | 33 957 | 46 385 | 75 737 |
| 12 | 38 461 | 47 154 | 54 488 | 74 470 | 121 528 |

Tabla 45-3. Capacidad de Tuberías de Vapor a 2.0 bar - Tubo Cédula 40

| Tamaño de Tubería (in) | Caída de Presión, Pa/m | | | | |
|------------------------|------------------------|--------|--------|--------|--------|
| | 30 | 60 | 120 | 180 | 240 |
| 1/2 | 3.2 | 4.6 | 6 | 8 | 9 |
| 3/4 | 7 | 10 | 15 | 18 | 21 |
| 1 | 15 | 21 | 30 | 36 | 42 |
| 1 1/4 | 32 | 46 | 66 | 80 | 93 |
| 1 1/2 | 51 | 72 | 102 | 125 | 144 |
| 2 | 103 | 146 | 206 | 252 | 291 |
| 2 1/2 | 170 | 240 | 339 | 416 | 480 |
| 3 | 312 | 440 | 619 | 763 | 880 |
| 3 1/2 | 457 | 649 | 928 | 1 141 | 1 316 |
| 4 | 656 | 933 | 1 316 | 1 612 | 1 859 |
| 5 | 1 212 | 1 718 | 2 429 | 2 979 | 3 441 |
| 6 | 1 993 | 2 817 | 3 995 | 4 895 | 5 634 |
| 8 | 4 156 | 5 865 | 8 313 | 10 160 | 11 740 |
| 10 | 7 574 | 10 714 | 15 379 | 18 589 | 21 475 |
| 12 | 12 169 | 17 203 | 24 246 | 29 788 | 34 406 |

Tabla 45-6. Capacidad de Tuberías de Vapor a 10 bar - Tubo Cédula 40

| Tamaño de Tubería (in) | Caída de Presión, Pa/m | | | | |
|------------------------|------------------------|--------|--------|--------|---------|
| | 120 | 180 | 240 | 450 | 1200 |
| 1/2 | 11 | 14 | 16 | 23 | 37 |
| 3/4 | 27 | 33 | 38 | 53 | 86 |
| 1 | 54 | 67 | 77 | 106 | 173 |
| 1 1/4 | 120 | 148 | 170 | 234 | 382 |
| 1 1/2 | 187 | 230 | 266 | 363 | 592 |
| 2 | 380 | 464 | 537 | 735 | 1 204 |
| 2 1/2 | 624 | 767 | 886 | 1 233 | 1 978 |
| 3 | 1 139 | 1 406 | 1 621 | 2 219 | 3 626 |
| 3 1/2 | 1 713 | 2 097 | 2 422 | 3 312 | 5 433 |
| 4 | 2 417 | 2 961 | 3 421 | 4 690 | 7 666 |
| 5 | 4 470 | 5 493 | 6 342 | 8 680 | 14 183 |
| 6 | 7 346 | 9 024 | 10 387 | 14 264 | 23 222 |
| 8 | 15 307 | 18 752 | 21 674 | 29 689 | 48 492 |
| 10 | 27 966 | 34 209 | 39 502 | 54 157 | 88 394 |
| 12 | 44 896 | 55 034 | 63 474 | 86 844 | 141 879 |

Cómo Definir el Diámetro de las Tuberías de Retorno de Condensados

El determinar los tamaños de las tuberías de retorno de condensados presenta ciertos problemas que son diferentes a los presentes en tuberías de vapor o agua. El problema más importante es la necesidad de lidiar con vapor flash o secundario. Una tubería de retorno debe de ser capaz de llevar condensado y vapor flash, pero el volumen del vapor flash es varias veces mayor que el volumen de condensado. Para los valores dados en la Gráfica 47-1 el volumen de vapor flash es del 96% al 99% del volumen total. Por lo tanto, sólo se considera vapor flash en la Gráfica 47-1.

Tuberías de retorno de condensado deben de diseñarse para que tengan una velocidad razonable y una caída de presión aceptable. La Gráfica 47-1 está basada en tener una velocidad de 2,134 m/min o menor, con tubo de cédula 40. Factores adicionales que también deben de considerarse, dependiendo en las condiciones del agua, son: suciedad, atascamientos, corrosión y erosión.

Para una dada presión de alimentación a la trampa y una presión de la tubería de retorno, así como para una caída de presión supuesta ($\Delta P/L$) por cada metro de tubería, y conociendo el flujo de condensado, se puede determinar el diámetro adecuado de la tubería con la ayuda de la Gráfica 47-1.

Como Usar la Gráfica 47-1

Ejemplo 1: Un sistema de condensados tiene la alimentación del vapor a 2 bar. La tubería de retorno no está venteada y está a 0 bar. La capacidad requerida para la tubería de retorno es de 908 kg/hr de condensado. ¿De qué tamaño debe ser la tubería de retorno?

Solución: Dado que en el sistema se reduce la presión del condensado desde 2 bar hasta 0 bar, se tendrá vapor flash (suponiendo que no hay subenfriamiento) y el sistema de retorno será del tipo seco y cerrado (es decir, no es completamente líquido y no está venteado a la atmósfera). La información en la Gráfica 47-1 puede ser usada. Se define una caída de presión de 0.017 bar por cada

metro. En la Gráfica 47-1, con una presión de alimentación de 2 bar y una de retorno de 0 bar, y un $\Delta P/L = 0.017$, se obtiene que se debe de seleccionar una tubería de retorno de 50 mm.

Ejemplo 2: Un sistema de retorno de condensados tiene la alimentación del vapor a 6.9 bar, y el retorno está a 0 bar y no está venteado. La línea de retorno es horizontal y debe de tener una capacidad de 1,135 kg/hr. ¿Qué tamaño de tubo se requiere?

Solución: Dado que el sistema estará reduciendo condensado no subenfriado desde 6.9 bar hasta 0 bar, se generará vapor flash y básicamente se tendrá un retorno del tipo seco y cerrado. Si se escoge una caída de presión de 0.07 bar por metro, se llega a una situación no recomendada (a) en la Gráfica 47-1. Pero si se selecciona una caída de presión de 0.017 bar, entonces se obtiene que una tubería de 65 mm de diámetro es adecuada para este sistema.

Gráfica 47-1. Flujo de Masa (kg/hr) para Retornos Secos y Cerrados

| Tamaño de Tubería | Presión de Alimentación = 35 kPa | | | Presión de Alimentación = 100 kPa | | | Presión de Alimentación = 210 kPa | | | Presión de Alimentación = 340 kPa | | | |
|-------------------|----------------------------------|---------|--------|-----------------------------------|--------|--------|-----------------------------------|--------|-------|-----------------------------------|--------|-------|-------|
| | Presión de Retorno = 0 kPa | | | Presión de Retorno = 0 kPa | | | Presión de Retorno = 0 kPa | | | Presión de Retorno = 0 kPa | | | |
| mm | in | 15 | 60 | 240 | 15 | 60 | 240 | 15 | 60 | 240 | 15 | 60 | 240 |
| Flujo, kg/h | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | 1/2 | 108 | 238 | 500 | 43 | 94 | 205 | 29 | 58 | 126 | 18 | 43 | 90 |
| 20 | 3/4 | 230 | 508 | 1 087 | 94 | 205 | 432 | 58 | 126 | 266 | 40 | 90 | 191 |
| 25 | 1 | 454 | 976 | 2 059 | 180 | 389 | 824 | 115 | 241 | 508 | 83 | 173 | 364 |
| 32 | 1 1/4 | 954 | 2 041 | 4 320 | 382 | 817 | 1 724 | 238 | 504 | 1 062 | 169 | 364 | 763 |
| 40 | 1 1/2 | 1 436 | 3 074 | 6 444 | 576 | 1 235 | 2 585 | 353 | 756 | 1 591 | 256 | 544 | 1 145 |
| 50 | 2 | 2 830 | 6 048 | a | 1 134 | 2 412 | a | 698 | 1 483 | a | 504 | 1 066 | a |
| 65 | 2 1/2 | 4 536 | 9 648 | a | 1 829 | 3 852 | a | 1 123 | 2 383 | a | 806 | 1 714 | a |
| 80 | 3 | 8 172 | 17 244 | a | 3 265 | 6 912 | a | 2 012 | 4 248 | a | 1 447 | 3 053 | a |
| 100 | 4 | 16 884 | 35 388 | a | 6 768 | 14 184 | a | 4 176 | 8 712 | a | 3 020 | 6 264 | a |
| 150 | 6 | 50 040 | a | a | 20 088 | a | a | 12 384 | a | a | 8 892 | a | a |
| 200 | 8 | 103 680 | a | a | 41 760 | a | a | 25 596 | a | a | 18 360 | a | a |

| Tamaño de Tubería | Presión de Alimentación = 690 kPa | | | Presión de Alimentación = 1030 kPa | | | Presión de Alimentación = 690 kPa | | | Presión de Alimentación = 1030 kPa | | | |
|-------------------|-----------------------------------|--------|-------|------------------------------------|--------|-------|-----------------------------------|--------|--------|------------------------------------|--------|--------|-------|
| | Presión de Retorno = 0 kPa | | | Presión de Retorno = 0 kPa | | | Presión de Retorno = 100 kPa | | | Presión de Retorno = 100 kPa | | | |
| mm | in | 15 | 60 | 240 | 15 | 60 | 240 | 15 | 60 | 240 | 15 | 60 | 240 |
| Flujo, kg/h | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | 1/2 | 14 | 29 | 61 | 11 | 22 | 50 | 25 | 54 | 119 | 18 | 43 | 90 |
| 20 | 3/4 | 29 | 61 | 133 | 22 | 50 | 104 | 54 | 119 | 256 | 43 | 90 | 191 |
| 25 | 1 | 54 | 119 | 248 | 47 | 94 | 205 | 108 | 227 | 482 | 83 | 176 | 364 |
| 32 | 1 1/4 | 115 | 245 | 511 | 90 | 198 | 421 | 227 | 482 | 997 | 173 | 364 | 763 |
| 40 | 1 1/2 | 173 | 367 | 770 | 140 | 299 | 634 | 342 | 727 | 1 505 | 259 | 547 | 1 134 |
| 50 | 2 | 342 | 720 | a | 277 | 590 | a | 666 | 1 408 | 2 927 | 508 | 1 066 | 2 221 |
| 65 | 2 1/2 | 544 | 1 156 | a | 443 | 954 | a | 1 076 | 2 268 | 4 680 | 817 | 1 714 | 3 539 |
| 80 | 3 | 979 | 2 063 | a | 799 | 1 681 | a | 1 919 | 4 032 | a | 1 451 | 3 042 | a |
| 100 | 4 | 2 023 | 4 248 | a | 1 652 | 3 460 | a | 3 960 | 8 244 | a | 3 002 | 6 264 | a |
| 150 | 6 | 5 976 | a | a | 4 896 | a | a | 11 736 | 24 300 | a | 8 892 | 18 432 | a |
| 200 | 8 | 12 420 | a | a | 10 152 | a | a | 24 228 | 50 040 | a | 18 360 | 37 800 | a |

^aLa velocidad es mayor que 35 m/s para estos tamaños y caídas de presión. Seleccione otra combinación de tamaño y caída de presión. Copiada del ASHRAE Handbook - 1997 Fundamentals, con permiso especial.

Tablas Ingenieriles Útiles

Tabla 48-1. Longitud Equivalente de Tubería a Añadir Debido a Accesorios - Tubo Cédula 40

| Tamaño de Tubería (in) | Longitud en Metros a Añadir | | | | |
|------------------------|-----------------------------|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| | Codo Estándar | "T" con Salida Lateral | Válvula de Compuerta* | Válvula de Globo* | Válvula de Angulo* |
| 1/2 | 0.5 | 0.9 | 0.1 | 5.4 | 2.4 |
| 3/4 | 0.6 | 1.3 | 0.2 | 7.1 | 3.1 |
| 1 | 0.8 | 1.6 | 0.2 | 9.1 | 4.0 |
| 1 1/4 | 1.1 | 2.1 | 0.3 | 11.9 | 5.3 |
| 1 1/2 | 1.2 | 2.5 | 0.3 | 13.9 | 6.1 |
| 2 | 1.6 | 3.2 | 0.4 | 17.9 | 7.9 |
| 2 1/2 | 1.9 | 3.8 | 0.5 | 21.3 | 9.4 |
| 3 | 2.3 | 4.7 | 0.6 | 26.5 | 11.7 |
| 3 1/2 | 2.7 | 5.4 | 0.7 | 30.6 | 13.5 |
| 4 | 3.1 | 6.1 | 0.8 | 34.8 | 15.3 |
| 5 | 3.8 | 7.7 | 1.0 | 43.6 | 19.2 |
| 6 | 4.6 | 9.2 | 1.2 | 52.4 | 23.1 |
| 8 | 6.1 | 12.2 | 1.6 | 68.9 | 30.4 |
| 10 | 7.6 | 15.3 | 2.0 | 86.5 | 38.2 |
| 12 | 9.1 | 18.2 | 2.4 | 103.1 | 45.5 |

* Válvula completamente abierta

Tabla 48-3. Comparación de Tamaños "Nominales" de Tubos

| Tamaño de Tubo in | Tamaño de Tubo mm |
|-------------------|-------------------|
| 1/2 | 15 |
| 3/4 | 20 |
| 1 | 25 |
| 1 1/4 | 32 |
| 1 1/2 | 40 |
| 2 | 50 |
| 2 1/2 | 65 |
| 3 | 80 |
| 3 1/2 | - |
| 4 | 100 |
| 5 | 125 |
| 6 | 150 |
| 8 | 200 |
| 10 | 250 |
| 12 | 300 |
| 14 | 350 |
| 16 | 400 |
| 18 | 450 |
| 20 | 500 |
| 24 | 600 |

Tabla 48-2. "Pérdida de Vapor a Través de un Orificio"

| TAMAÑO nominal * | mm | Presión del Vapor, bar (manométrica) | | | | | | | |
|------------------|-------|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 4 | 7 | 10 | 16 | 25 | 40 |
| #60 | 1.02 | 0.9 | 1.3 | 2.1 | 3.4 | 4.7 | 7.2 | 11 | 17 |
| 3/64 | 1.19 | 1.2 | 1.8 | 2.9 | 4.7 | 6.4 | 10 | 15 | 24 |
| 1/16 | 1.59 | 2.1 | 3.1 | 5.2 | 8.3 | 11 | 18 | 27 | 43 |
| 5/64 | 1.98 | 3.3 | 4.9 | 8.1 | 13 | 18 | 28 | 42 | 66 |
| 3/32 | 2.38 | 4.7 | 7.0 | 12 | 19 | 26 | 40 | 61 | 96 |
| "#38" | 2.46 | 5.0 | 7.5 | 13 | 20 | 28 | 43 | 65 | 103 |
| 7/64 | 2.78 | 6.4 | 10 | 16 | 25 | 35 | 54 | 83 | 130 |
| 1/8 | 3.18 | 8.4 | 13 | 21 | 33 | 46 | 71 | 108 | 170 |
| 9/64 | 3.57 | 11 | 16 | 26 | 42 | 58 | 89 | 137 | 215 |
| 5/32 | 3.97 | 13 | 20 | 32 | 52 | 71 | 110 | 169 | 266 |
| 3/16 | 4.76 | 19 | 28 | 47 | 75 | 103 | 159 | 243 | 383 |
| 7/32 | 5.56 | 26 | 38 | 64 | 102 | 140 | 216 | 331 | 522 |
| 1/4 | 6.35 | 33 | 50 | 83 | 133 | 183 | 282 | 432 | 681 |
| 9/32 | 7.14 | 42 | 63 | 105 | 168 | 231 | 357 | 546 | 861 |
| 5/16 | 7.94 | 52 | 78 | 130 | 208 | 286 | 441 | 675 | 1,064 |
| 11/32 | 8.73 | 63 | 95 | 157 | 252 | 346 | 534 | 817 | 1,288 |
| 3/8 | 9.53 | 75 | 113 | 187 | 299 | 411 | 636 | 972 | 1,532 |
| 7/16 | 11.11 | 102 | 153 | 255 | 407 | 560 | 865 | 1,323 | 2,085 |
| 1/2 | 12.70 | 134 | 200 | 333 | 532 | 731 | 1,130 | 1,727 | 2,723 |
| 9/16 | 14.29 | 169 | 253 | 421 | 673 | 926 | 1,430 | 2,186 | 3,447 |
| 5/8 | 15.88 | 209 | 313 | 520 | 831 | 1,143 | 1,765 | 2,699 | 4,255 |
| 11/16 | 17.46 | 253 | 378 | 629 | 1,006 | 1,383 | 2,136 | 3,266 | 5,149 |
| 3/4 | 19.05 | 301 | 450 | 749 | 1,197 | 1,646 | 2,542 | 3,887 | 6,128 |
| 7/8 | 22.23 | 410 | 613 | 1,020 | 1,630 | 2,240 | 3,460 | 5,290 | 8,341 |
| 1 1/16 | 26.99 | 604 | 904 | 1,503 | 2,403 | 3,303 | 5,102 | 7,800 | 12,298 |
| 1 1/4 | 31.75 | 836 | 1,251 | 2,081 | 3,326 | 4,571 | 7,061 | 10,796 | 17,022 |
| 1 5/8 | 41.28 | 1,412 | 2,114 | 3,517 | 5,621 | 7,725 | 11,933 | 18,246 | 28,767 |

* Tamaños de Orificio disponibles en fracciones de plugada o número de tamaño de broca.
Los valores en la tabla son flujos de vapor saturado en kilogramos por hora.
Fórmula de Napier: (Área del orificio, in²)(Presión, psia)/70 • (3.6000 sea/hora)/(2.205 lb/ka)

Factores de Conversión

Longitud

1 mm = 0.0394 in
1 m = 39.37 in
1 m = 3.281 ft

1 in = 25.4 mm
1 in = 0.0254 m
1 ft = 0.3048 m

1 ft = 12 in*

Área

1 mm² = 0.00155 in²
1 cm² = 0.155 in²
1 m² = 10.764 ft²

1 in² = 645.16 mm²
1 in² = 6.456 cm²
1 ft² = 0.0929 m²

Volumen

1 cm³ = 0.061 in³
1 dm³ = 1 liter = 61.02 in³
1 dm³ = 0.0353 ft³
1 m³ = 35.31 ft³

1 in³ = 16.39 cm³
1 in³ = 0.0164 dm³
1 ft³ = 28.317 dm³
1 ft³ = 0.0283 m³

1 galón = 231 in³
1 galón = 0.003785 m³
1 barril (petróleo) = 42 galón
1 barril (petróleo) = 0.159 m³

Presión

1 bar = 14.5 psi
1 bar = 100 kPa = 0.1 MPa
1 Pa = 0.0209 lb/ft²
1 kg/cm² = 14.22 psi

1 millibar = 1.0197 cm H₂O
1 millibar = 0.75 mm Hg
1 cm H₂O = 0.98 millibar
1 mm Hg = 1.333 millibar

1 psi = 0.06895 bar
1 psi = 6.895 kPa
1 lb/ft² = 47.88 Pa

Velocidad

1 m/s = 3.281 ft/sec
1 m/s = 196.85 ft/min

1 ft/sec = 0.305 m/s
1 ft/min = 0.00508 m/s

Masa

1 kg = 2.205 lb

1 lb = 0.454 kg
1 ton (conta) = 2,000 lb
1 ton (conta) = 907 kg
1 ton (larga) = 2240 lb
1 ton (larga) = 1016 kg

Flujo

1 m³/h = 4.403 galón/m
1 galón/min = 0.227 m³/h

Temperatura

Escala:

°F = 9/5 (°C + 32)
°C = 5/9 (°F - 32)

Diferencia:

ΔTc = 5/9 ΔTf
ΔTf = 9/5 ΔTc

Absoluta:

°R (Rankine) = °F + 460
°K (Kelvin) = °C + 273

Energía

1 kJ = 0.9478 Btu
1 kJ = 0.2388 kcal = 238.8 cal
1 kWh = 3600 kJ

1 Btu = 1.055 kJ
1 kcal = 4.1868 kJ

Potencia

1 kHP = 0.7457 kW
1 Caldera HP = 35.29 MJ/h
1 ton (refrigeración) = 12,000 Btu/h
1 ton (refrigeración) = 12.649 MJ/h
1 MJ/h = 0.0791 ton (refrigeración)

Calor

1 kJ/kg = 0.4299 Btu/lb
1 kJ/kg·°C = 0.2388 Btu/lb·°F
1 kJ/h·m²·°C = 0.04892 Btu/h·ft²·°F

1 Btu/lb = 2.326 kJ/kg
1 Btu/lb·°F = 4.1868 kJ/kg·°C
1 Btu/h·ft²·°F = 20.4417 kJ/h·m²·°C

Notas

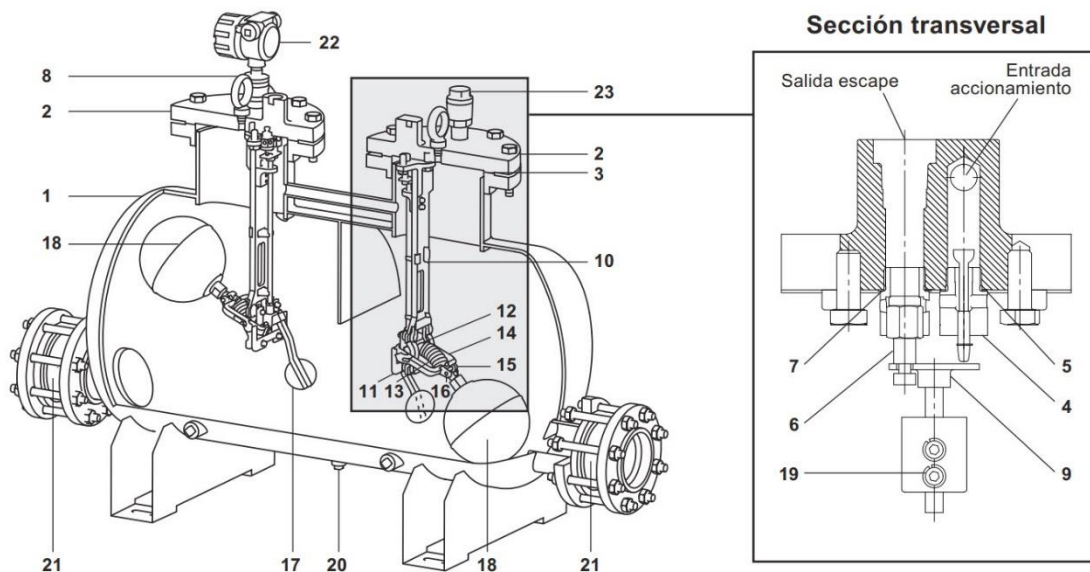
Galons son el estandar de EUA.

ANEXO - 0023. Bombas de condensados

**spirax
sarco**

TI-P135-13
ST Issue 3

**Bomba Pivotrol® PTF4 (patentada)
Bomba automática - Doble Mecanismo
Versión CE**



Descripción

La Bomba Pivotrol® (patentada) de Spirax Sarco es una bomba automática (no eléctrica) diseñada para bombear condensado caliente, u otros líquidos desde un punto bajo, o un espacio de baja presión o vacío a un espacio con mayor presión o altura. Esta unidad con su tecnología PowerPivot® (patentada) se acciona con vapor, aire comprimido u otro gas a presión. La bomba estándar Pivotrol PTF4 puede bombear líquidos con una gravedad específica de 0,88 a 1,0.

Normativas

Este producto cumple totalmente con los requisitos de las Directiva Europea de Equipos a Presión 97/23/EC y está certificada para trabajar con líquidos de Categoría III para gases del Grupo 2 y SEP para líquidos del Grupo 2. Este producto lleva el marcado CE cuando corresponde.

Este producto ha sido diseñado y construido de acuerdo con el código de recipientes a presión ASME Sección VIII, División 1.

Accesorios: Visor de nivel tipo Reflex - Cubierta aislante.

Características operativas

| | |
|-------------------------------------|----------------------------|
| Descarga por ciclo de bombeo | 102,1 litros (26,9 US gal) |
| Cada ciclo representa un caudal de: | 28 litros/s (450 US gpm) |
| Consumo de vapor | Ver página 8 |
| Consumo medio aire | Ver página 8 |

Para aumentar la vida de la bomba - Accionar la bomba con una presión 1,03 a 1,37 bar r (15 a 20 psi g) superior a la contrapresión.

Tamaños y conexiones

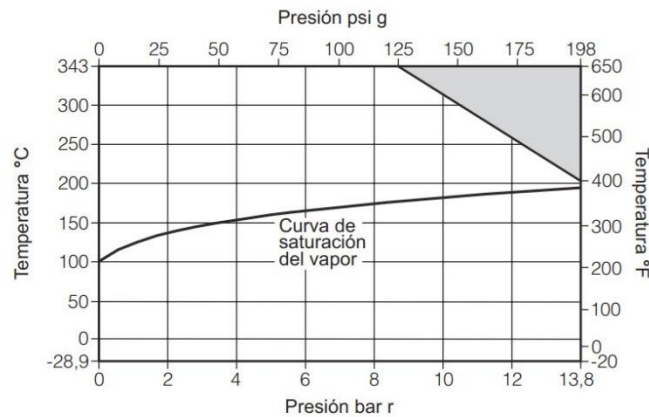
| | |
|-------------------|---|
| Entrada y salida: | 4" x 4" (DN100 x DN100) ASME Clase 150 brida roscada (NPT) o para soldar SW |
| Admisión: | ½" rosca NPT o para soldar Socket weld |
| Escape: | 1" rosca NPT o para soldar Socket weld |

Materiales

| No. Parte | Material |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| 1 Cuerpo | Acero soldado 200 psi g Código ASME |
| 2 Tapa | Acero fundido ASTM A216 WCB |
| 3 Junta tapa | Espirometálica AISI 304/ Grafito |
| 4 Conj. válv. admisión vapor | Acero inoxidable |
| 5 Junta válv. admisión vapor | Acero inoxidable |
| 6 Conjunto válvula escape | Acero inoxidable |
| 7 Junta válvula escape | Acero inoxidable |
| 8 Cáncamo elevación | Acero inoxidable |
| 9 Conjunto empujador | Acero inoxidable |
| 10 Soporte mecanismo | Acero inoxidable |
| 11 Placa de casquillos | Acero inoxidable |
| Casquillos | Carburo |
| 12 Anclaje resortes | Carburo |
| 13 Resorte | Inconel |
| 14 Conjunto palanca | Acero inoxidable |
| Pivotes | Carburo |
| 15 Pivote de flotador | Acero inoxidable |
| 16 Pasador | Acero inoxidable |
| 17 Pala | Acero inoxidable |
| 18 Flotador | Acero inoxidable |
| 19 Tornillos | Acero inoxidable |
| 20 Tapón | Acero inoxidable forjado |
| 21 Válvulas retención (SDCV44) | Acero inoxidable |
| 22 Contador de ciclos | Diversos |
| 23 Válvula venteo asistido | Acero inoxidable |

— / sarco

Condiciones límite



La bomba **no puede** trabajar en esta zona.

| Condiciones de diseño del cuerpo | | ASME Sección VIII, División 1 |
|---|---|--|
| PMA | Presión máxima de diseño | 13,8 bar r a 204°C (200 psi g a 400°F) |
| TMA | Temperatura máxima de diseño | 343°C a 8,6 bar r (650°F a 125 psi g) |
| | Temperatura mínima de diseño | -28,9°C (-20°F) |
| PMO | Presión máxima de trabajo | 13,8 bar r (200 psi g) |
| TMO | Temperatura máxima de trabajo para vapor saturado | 198°C (388°F) |
| | Temperatura mínima de trabajo | -28,9°C (-20°F) |
| Nota: Para temperaturas de trabajo inferiores contactar con Spirax Sarco | | |
| | Diferencial motriz mínimo requerido: | 0,5 bar r (7 psi g) |
| | Máxima contrapresión: | 75% de la presión de accionamiento |
| | Prueba hidráulica: | 20,7 bar r (300 psi g) |
| Note: Con los internos, la prueba hidráulica no puede superar: | | 20,7 bar r (300 psi g) |

Gravedad específica del líquido bombeado 0,88 a 1,0

Contador de ciclos: Para información técnica del contador de ciclos contactar con su oficina local de Spirax Sarco.

Requisito de altura de llenado

| Altura de llenado | Altura de llenado desde la tapa | Elevación desde la base de la bomba |
|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| Altura recomendada | 305 mm (12") | 1125 mm (44,3") |
| Máxima altura de llenado | 1524 mm (60") | 2337 mm (92,0") |
| Mínima altura de llenado | -76 mm (-3") | 744 mm (29,3") |

Máxima cantidad de ciclos por minuto = 6

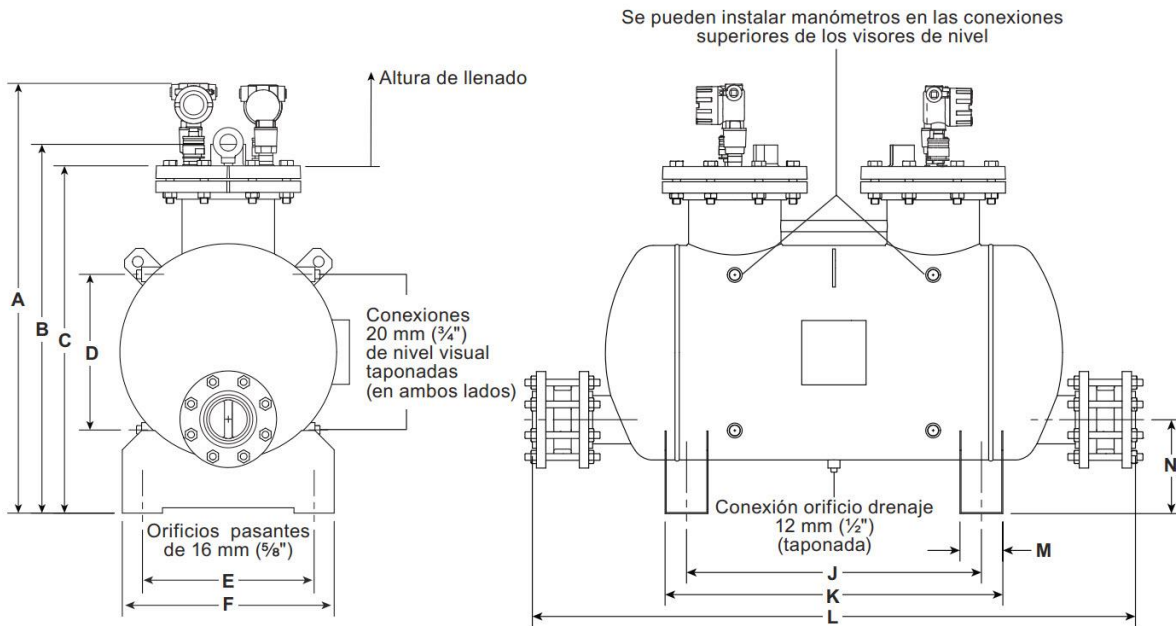
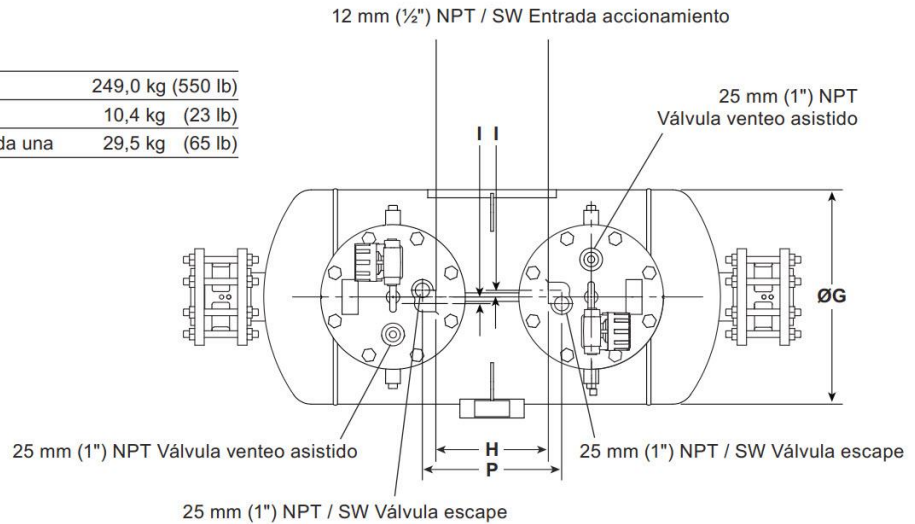
/ sarco

Dimensiones (aproximadas) en milímetros y (pulgadas)

| Dimensión | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | P |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|
| milímetros | 1002 | 851 | 813 | 368 | 406 | 503 | 508 | 267 | 15 | 699 | 800 | 1427 | 102 | 224 | 330 |
| pulgadas | (39,5) | (33,5) | (32,0) | (14,5) | (16,0) | (19,8) | (20,0) | (10,5) | (0,6) | (27,5) | (31,5) | (56,2) | (4,0) | (8,8) | (13,0) |

Peso (aproximado) en kgs (lbs)

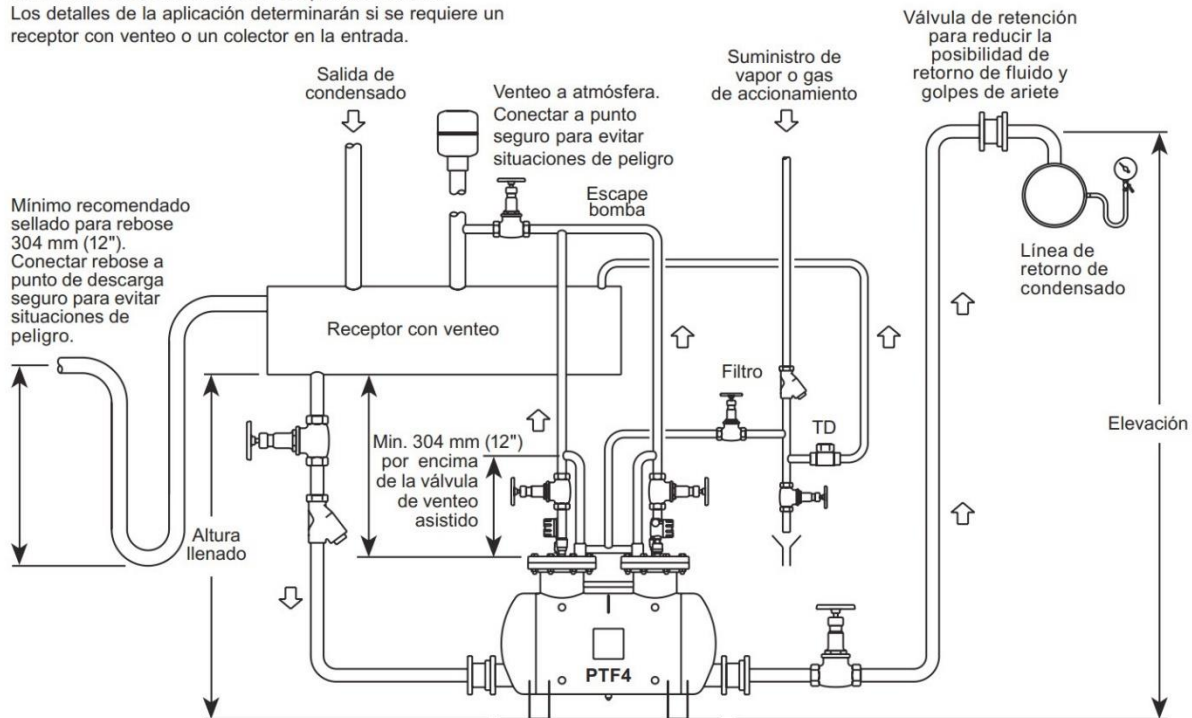
| | |
|---|-------------------|
| Peso unidad PTF4 completa | 249,0 kg (550 lb) |
| Peso visor de nivel - cada uno | 10,4 kg (23 lb) |
| Peso conjunto tapa y mecanismo - cada una | 29,5 kg (65 lb) |



sarco

Instalación recomendada

La bomba está conectada a un receptor con venteo.
Los detalles de la aplicación determinarán si se requiere un receptor con venteo o un colector en la entrada.



Selección y Dimensionado

Como seleccionar y dimensionar

A partir de la presión de entrada, la contrapresión y las condiciones de altura de llenado de la bomba dadas más abajo, seleccionar el tamaño de la bomba que cumpla con las necesidades de la aplicación.

Especificar el cuerpo de la bomba - Tipo PTF4. Seleccionar los extras opcionales.

Para kg/h multiplicar las capacidades dadas por 0,454. (Para gpm multiplicar las capacidades dadas por 0,002).

La contrapresión en bar r es la elevación total (H) en metros dividido entre 10 más la presión en la línea de retorno (contrapresión en psi g = elevación total (H) en pies x 0,433 más la presión en la línea de retorno). Le añadimos la caída de presión por la fricción en la tubería aguas abajo en bar r (psi g) calculado basándose en la carga máxima de descarga de bomba seleccionada. (Ver Hojas Técnicas)

Nota: para conseguir el rango de capacidad, la bomba debe tener instaladas las válvulas de retención suministradas por Spirax Sarco. El uso de otras válvulas de retención puede afectar el rendimiento de la bomba.

Capacidad lb/h cuando se instala con la altura de llenado recomendada por encima de la bomba.

| | | |
|--|------------|---------------|
| Carga de condensado | 9 545 kg/h | (21 000 lb/h) |
| Presión de vapor disponible para funcionamiento | 5,5 bar r | (80 psi g) |
| Elevación de la bomba a la línea de retorno | 9,1 m | (30 pies) |
| Presión en la línea de retorno (fricción tubería despreciable) | 1,7 bar r | (25 psi g) |
| Altura de llenado de la bomba | 610 mm | (24") |

Solución:

- Calcular 'H', la elevación total o contrapresión contra la que el condensado debe ser bombeado:
'H' Métrico = $(9,1 \text{ m} / 10) + 1,7 \text{ bar r} = 2,6 \text{ bar r}$
'H' Imperial = $(30 \text{ pies} \times 0,433) + 25 \text{ psi g} = 38 \text{ psi g}$
- En la tabla de capacidad, con 5,5 bar r (80 psi g) de presión de entrada y 2,8 bar g (40 psi g) de contrapresión, seleccionar una bomba PTF4 con válvulas de retención en acero inoxidable que tenga una capacidad de 12 264 kg/h (26 980 lb/h).

Nota de los gráficos de factores de capacidad:

- Si altura de llenado es 457 mm (18") PTF4 la capacidad de la bomba sería: $= 0,98 \times 12 264 \text{ kg/h} (26 980 \text{ lb/h}) = 12 018 \text{ kg/h} (26 441 \text{ lb/h})$
- Capacidad de la bomba con aire comprimido sería (% de contrapresión es 5,5 a 2,6 bar r (38 a 80 psi g) = 47% por ej.: uso 50%):
 $= 1,85 \times 12 264 \text{ kg/h} (26 980 \text{ lb/h}) = 22 688 \text{ kg/h} (49 914 \text{ lb/h})$.

Uso previsto

Este producto cumple totalmente con los requisitos de las Directiva Europea de Equipos a Presión 97/23/EC y está certificada para trabajar con líquidos de Categoría III para gases del Grupo 2 y SEP para líquidos del Grupo 2. Este producto lleva el marcado CE cuando corresponde. Este producto ha sido diseñado y construido de acuerdo con el código de recipientes a presión ASME Sección VIII. División 1.

Receptor Venteado (Sistema Abierto)

Para drenar condensado proveniente de una o varias fuentes, se debe instalar un sistema 'abierto', un receptor con venteo, en plano horizontal por encima de la bomba. Debe haber suficiente volumen en el receptor por encima de la altura de llenado para que el condensado alcance el receptor durante la descarga de la bomba. Más importante es que el receptor debe estar dimensionado para que permita suficiente espacio para una separación completa del revaporizado del condensado. La tabla inferior muestra el dimensionado correcto del receptor (usando los criterios del A.S.H.R.A.E. Handbook) basado en la cantidad de revaporizado presente. Si se dimensiona el receptor como se indica abajo, habrá suficiente volumen para almacenar el condensado y suficiente espacio para que se separe el revaporizado. El receptor puede ser un tramo de tubería con un diámetro grande o un tanque.

Tamaño bomba

| Revaporizado hasta: | Tamaño tubería | | Línea venteo Diámetro |
|--------------------------|-----------------|------------------|-----------------------|
| | Diámetro | Longitud | |
| 454 kg/h (1000 lb/h) | 400 mm (16") | 1524 mm (60") | 150 mm (6") |
| 907 kg/h (2000 lb/h) | 500 mm (20") | 1524 mm (60") | 200 mm (8") |
| 1361 kg/h (3000 lb/h) | 600 mm (24") | 1524 mm (60") | 200 mm (8") |
| 1814 kg/h (4000 lb/h) | 650 mm (26") | 1524 mm (60") | 250 mm (10") |
| 2268 kg/h (5000 lb/h) | 700 mm (28") | 1524 mm (60") | 250 mm (10") |
| 2722 kg/h (6000 lb/h) | 750 mm (30") | 1829 mm (72") | 300 mm (12") |
| 3175 kg/h (7000 lb/h) | 800 mm (32") | 1829 mm (72") | 300 mm (12") |
| 3629 kg/h (8000 lb/h) | 900 mm (36") | 1829 mm (72") | 350 mm (14") |

Colector en la entrada (Sistema Cerrado)

Para drenar condensado proveniente de un solo equipo en un sistema 'cerrado', se debe instalar un colector en plano horizontal por encima de la bomba.

Debe haber suficiente volumen en el receptor por encima de la altura de llenado para que el condensado alcance el receptor durante la descarga de la bomba. La tabla inferior muestra el dimensionado mínimo del receptor, basado en la carga de condensado, necesario para evitar la inundación del equipo durante la descarga de la bomba.

El receptor puede ser un tramo de tubería con un diámetro grande o un tanque.

Tamaño bomba

| Carga líquido kg/h (lb/h) | Tamaño de colector en la entrada* | | | |
|---------------------------------|-----------------------------------|--------------------|---------------------|-------------------|
| | 300 mm (12") | 400 mm (16") | 500 mm (20") | 600 mm (24") |
| 4535 kg/h (10000 lb/h) | 1524 mm (5 ft) | 914 mm (3 ft) | 610 mm (2 ft) | |
| 9070 kg/h (20000 lb/h) | 3048 mm (10 ft) | 2133 mm (7 ft) | 1219 mm (4 ft) | |
| 13605 kg/h (30000 lb/h) | | 2743 mm (9 ft) | 1828 mm (6 ft) | 1219 mm (4 ft) |
| 18141 kg/h (40000 lb/h) | | 3658 mm (12 ft) | 2286 mm (7.5 ft) | 1828 mm (6 ft) |
| 22676 kg/h (50000 lb/h) | | | 2743 mm (9 ft) | 1828 mm (6 ft) |
| 27211 kg/h (60000 lb/h) | | | 2743 mm (9 ft) | 1828 mm (6 ft) |

* Cuando la contrapresión o presión de accionamiento es inferior al 50%, estas longitudes del receptor se pueden reducir a la mitad.

Factores para condiciones no estándar

| Altura llenado mm | pulgadas | Factores de capacidad para otras alturas de llenado |
|-------------------|----------|---|
| -76 | (-3") | 0,23 |
| -25 | (-1") | 0,41 |
| 0 | (0) | 0,70 |
| 152 | (6") | 0,89 |
| 305 | (12") | 0,95 |
| 457 | (18") | 0,98 |
| 610 | (24") | 1,00 |
| 914 | (36") | 1,00 |
| 1219 | (48") | 1,08 |
| 1524 | (60") | 1,20 |

| Factores de capacidad para para otros gases motrices (no vapor) | | | | | | | | | |
|--|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| % Contra- presión v. Presión acciona- miento (bp/MP) | 10% | 20% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% | 90% |
| | Factores de Capacidad | 1,19 | 1,43 | 1,43 | 1,53 | 1,85 | 2,04 | 2,14 | 2,20 |

Cómo dimensionar la PTF4 en un sistema cerrado:

Nota: la válvula de venteo asistido indicada en esta formula se puede identificar como item 23 en la página 1.

Establecer la presión de accionamiento disponible.

Establecer la contrapresión estática en el conjunto bomba/purgador.

Colocar estos valores de presiones en la siguiente formula:

- Presión accionamiento bomba – Delta P mínimo de válvula venteo asistido > Contrapresión
- Leer los graficos de capacidades normalmente, es decir, en presión accionamiento y contrapresión.
- Si, Presión accionamiento bomba – Delta P mínimo de válvula venteo asistido < Contrapresión, entonces aislar o retirar válvula venteo asistido y multiplicar la capacidad por 0,77 para encontrar la capacidad reducida sin válvula venteo asistido.

Ejemplo de dimensionado: 1

Un sistema cerrado tiene las siguientes condiciones:

Presión de accionamiento disponible = 10,3 bar r (150 psi g). Contrapresión estática = 3,1 bar r (45 psi g).

Sistema abierto

Los gráficos de capacidad nos dan con una capacidad de accionamiento 10,3 bar r (150 psi g) 3,1 bar r (45 psi g) de contrapresión.

Sistema cerrado

La válvula de venteo asistido en la PTF4 requiere como mínimo 5,2 bar r (75 psi g) de presión diferencial para poder trabajar en un sistema cerrado.

Para dimensionar la bomba PTF4:

Presión accionamiento bomba – Delta P mínimo de válvula venteo asistido > Contrapresión

10,3 bar r (150 psi g) – 5,2 bar r (75 psi g) > 3,1 bar r (45 psi g)

Como la presión accionamiento es 10,3 bar r (150 psi g) y la válvula de venteo asistido requiere un mínimo de 8,3 bar r (120 psi g) para trabajar:

5,2 + 3,1 = 8,3 bar r (75 + 45 = 120 psi g), esta combinación está dimensionada correctamente.

| Presión accionamiento | | Contrapresión | | Capacidad condensado | |
|-----------------------|-------|---------------|-------|----------------------|-------|
| bar r | psi g | bar r | psi g | kg/h | lb/h |
| 13,8 | 200 | 10,3 | 150 | 10055 | 22120 |
| 13,8 | 200 | 9,7 | 140 | 10441 | 22970 |
| 13,8 | 200 | 8,3 | 120 | 11305 | 24870 |
| 13,8 | 200 | 6,9 | 100 | 12323 | 27110 |
| 13,8 | 200 | 5,5 | 80 | 13573 | 29860 |
| 13,8 | 200 | 4,1 | 60 | 15182 | 33400 |
| 13,8 | 200 | 3,4 | 50 | 16200 | 35640 |
| 13,8 | 200 | 2,8 | 40 | 17450 | 38390 |
| 13,8 | 200 | 2,1 | 30 | 19059 | 41930 |
| 13,8 | 200 | 1,4 | 20 | 21327 | 46920 |
| 13,8 | 200 | 1,0 | 15 | 22936 | 50460 |
| 12,4 | 180 | 8,3 | 120 | 10773 | 23700 |
| 12,4 | 180 | 6,9 | 100 | 11827 | 26020 |
| 12,4 | 180 | 5,5 | 80 | 13114 | 28850 |
| 12,4 | 180 | 4,1 | 60 | 14773 | 32500 |
| 12,4 | 180 | 3,4 | 50 | 15823 | 34810 |
| 12,4 | 180 | 2,8 | 40 | 17109 | 37640 |
| 12,4 | 180 | 2,1 | 30 | 18773 | 41300 |
| 12,4 | 180 | 1,4 | 20 | 21109 | 46440 |
| 12,4 | 180 | 1,0 | 15 | 22768 | 50090 |
| 11,0 | 160 | 8,3 | 120 | 10241 | 22530 |
| 11,0 | 160 | 6,9 | 100 | 11327 | 24920 |
| 11,0 | 160 | 5,5 | 80 | 12650 | 27830 |
| 11,0 | 160 | 4,1 | 60 | 14359 | 31590 |
| 11,0 | 160 | 3,4 | 50 | 15445 | 33980 |
| 11,0 | 160 | 2,8 | 40 | 16768 | 36890 |
| 11,0 | 160 | 2,1 | 30 | 18482 | 40660 |
| 11,0 | 160 | 1,4 | 20 | 20891 | 45960 |
| 11,0 | 160 | 1,0 | 15 | 22600 | 49720 |
| 9,7 | 140 | 6,9 | 100 | 10641 | 23410 |
| 9,7 | 140 | 5,5 | 80 | 11918 | 26220 |
| 9,7 | 140 | 4,1 | 60 | 13568 | 29850 |
| 9,7 | 140 | 3,4 | 50 | 14614 | 32150 |
| 9,7 | 140 | 2,8 | 40 | 15891 | 34960 |
| 9,7 | 140 | 2,1 | 30 | 17541 | 38590 |
| 9,7 | 140 | 1,4 | 20 | 19868 | 43710 |
| 9,7 | 140 | 1,0 | 15 | 21518 | 47340 |
| 8,3 | 120 | 5,5 | 80 | 11886 | 26110 |
| 8,3 | 120 | 4,1 | 60 | 12777 | 28110 |

| Presión accionamiento | | Contrapresión | | Capacidad condensado | |
|-----------------------|-------|---------------|-------|----------------------|-------|
| bar r | psi g | bar r | psi g | kg/h | lb/h |
| 8,3 | 120 | 3,4 | 50 | 13782 | 30320 |
| 8,3 | 120 | 2,8 | 40 | 15014 | 33030 |
| 8,3 | 120 | 2,1 | 30 | 16605 | 36530 |
| 8,3 | 120 | 1,4 | 20 | 18845 | 41460 |
| 8,3 | 120 | 1,0 | 15 | 20432 | 44950 |
| 6,9 | 100 | 4,1 | 60 | 11241 | 24730 |
| 6,9 | 100 | 3,4 | 50 | 12318 | 27100 |
| 6,9 | 100 | 2,8 | 40 | 13641 | 30010 |
| 6,9 | 100 | 2,1 | 30 | 15341 | 33750 |
| 6,9 | 100 | 1,4 | 20 | 17741 | 39030 |
| 6,9 | 100 | 1,0 | 15 | 19445 | 42780 |
| 5,5 | 80 | 4,1 | 60 | 9705 | 21350 |
| 5,5 | 80 | 3,4 | 50 | 10855 | 23880 |
| 5,5 | 80 | 2,8 | 40 | 12264 | 26980 |
| 5,5 | 80 | 2,1 | 30 | 14077 | 30970 |
| 5,5 | 80 | 1,4 | 20 | 16641 | 36610 |
| 5,5 | 80 | 1,0 | 15 | 18455 | 40600 |
| 4,8 | 70 | 3,4 | 50 | 9932 | 21850 |
| 4,8 | 70 | 2,8 | 40 | 11286 | 24830 |
| 4,8 | 70 | 2,1 | 30 | 13036 | 28680 |
| 4,8 | 70 | 1,7 | 25 | 14145 | 31120 |
| 4,8 | 70 | 1,4 | 20 | 15505 | 34110 |
| 4,8 | 70 | 1,0 | 15 | 17255 | 37960 |
| 4,1 | 60 | 2,8 | 40 | 10427 | 22940 |
| 4,1 | 60 | 2,1 | 30 | 12200 | 26840 |
| 4,1 | 60 | 1,7 | 25 | 13323 | 29310 |
| 4,1 | 60 | 1,4 | 20 | 14695 | 32330 |
| 4,1 | 60 | 1,0 | 15 | 16468 | 36230 |
| 3,4 | 50 | 2,1 | 30 | 11505 | 25310 |
| 3,4 | 50 | 1,7 | 25 | 12714 | 27970 |
| 3,4 | 50 | 1,4 | 20 | 14050 | 30910 |
| 3,4 | 50 | 1,0 | 15 | 15527 | 34160 |
| 2,8 | 40 | 2,1 | 30 | 8855 | 19480 |
| 2,8 | 40 | 1,7 | 25 | 10105 | 22230 |
| 2,8 | 40 | 1,4 | 20 | 11636 | 25600 |
| 2,8 | 40 | 1,0 | 15 | 13609 | 29940 |
| 2,1 | 30 | 1,4 | 20 | 9291 | 20440 |
| 2,1 | 30 | 1,0 | 15 | 11650 | 25650 |

Asumiendo altura de llenado - 1,42m (36"), Elevación - 2,86m (70")

ANEXO - 0024. Dilatación y junta de expansión para tuberías de vapor

DATOS SOBRE DISEÑO – SISTEMA DE TUBERÍAS RANURADAS

26-02-SPA

Cálculo y absorción del aumento térmico de la tubería

Todos los materiales, incluidos tubos, maquinaria, estructuras y edificios, experimentan cambios dimensionales como resultado de las variaciones de temperatura. En este informe se tratan asuntos relacionados con la absorción de la expansión y la contracción térmicas. El movimiento debido a otras causas (como los movimientos sísmicos, etc.) deben incluirse en el aumento térmico de la tubería. Las tuberías sujetas a cambios de temperatura se colocan en un estado de tensión, porque ejercen fuerzas reactivas y momentos potencialmente peligrosos en los componentes o el equipo.

Existen tres métodos para absorber este movimiento de las tuberías, 1) montar una junta de expansión; 2) montar el sistema "flotante" para que la tubería pueda moverse en la dirección deseada con el uso de un sistema de anclaje y/o de guiado, si fuera necesario, teniendo en cuenta la capacidad de conexión de los ramales o los cambios de dirección que puedan provocar momentos de flexión peligrosos; o 3) utilizar las capacidades de movimiento o deflexión lineal de acoplamientos ranurados flexibles.

La elección de uno de estos métodos depende del tipo de sistema de tubería y de las preferencias del instalador. Dada la imposibilidad de predecir todos los diseños del sistema, nuestra intención es resaltar las ventajas mecánicas del método ranurado y cómo puede beneficiarse del mismo el instalador. Estos ejemplos se presentan únicamente a modo de estímulo y no deben ser considerados como recomendaciones para un sistema específico.

El primer paso para absorber el movimiento térmico consiste en cuantificar el cambio exacto en el tramo lineal del sistema de tubería sobre la distancia dada y con un factor de seguridad adecuado. La expansión real de tuberías de 100 pies/30,48 metros se ha computado a diferentes temperaturas para los materiales más comunes (acero al carbono, acero inoxidable y tuberías de cobre) y se indican en la Tabla 1. Estos valores no deben aplicarse a tuberías de materiales alternativos, ya que variarán. Los coeficientes de expansión pueden variar un 5% o más cuando se obtienen de fuentes diferentes, y deben tenerse en cuenta. Observe el ejemplo de uso de la Tabla 1:

Dado: Tubo de acero al carbono de 240 pies/73,15 metros
Temperatura de funcionamiento máxima = 104°C/220°F
Temperatura de funcionamiento mínima = 4°C/40°F
Temperatura en el momento de la instalación = 26°C/80°F

Nota: Para garantizar la máxima duración del servicio es esencial una elección adecuada de las juntas. Consulte la Guía de selección de juntas Victaulic más actual para recomendaciones.

Cálculo: De la Tabla 1, expansión de tubo de acero al carbono
220°F/104°C 1.680" por 100 pies/30,48 metros de tubo de acero al carbono
40°F/4°C 0.300" por 100 pies/30,48 metros de tubo de acero al carbono
Diferencia: 1.380" por 100 pies/30,48 metros de tubo de acero al carbono para temperaturas de 40°F a 220°F

Por tanto, 240' de tubo = $\frac{240}{100} \times 1.380 = 3.312''$

Esos 3.312" de movimiento deben llevar aplicado un factor de seguridad adecuado, que varía según los cálculos del técnico de montaje, para tener en cuenta los errores de predicción de extremos operativos, etc. Estos ejemplos se calcularon sin aplicar un factor de seguridad.

Para determinar la posición de la junta de expansión en el momento de instalación:

Instalación en condiciones de frío (80°F a 40°F)

80°F/26°C 0.580" por 100 pies/30,48 metros
40°F/4°C 0.300" por 100 pies
Diferencia: 0.280" por 100 pies/30,48 metros o 0.672" por 240 pies/73,15 metros

Instalación en condiciones de calor (80°F a 220°F)

220°F/104°C 1.680" por 100 pies/30,48 metros
80°F/26°C 0.580" por 100 pies/30,48 metros
Diferencia: 1.100" por 100 pies/30,48 metros o 2.640" por 240 pies/73,15 metros

Por tanto, se debe montar la junta de expansión al menos con capacidad para admitir una contracción del tubo de 0.672" y con una capacidad de expansión mínima del tubo de 2.640" cuando se instala a 26°C/80°F.

TABLA 1

| * Temp. | Expansión térmica del tubo Pulgadas por 100 pies mm por 100 metros | | | * Temp. | Expansión térmica del tubo Pulgadas por 100 pies mm por 100 metros | | |
|---------|--|--------|------------------|---------|--|-------|------------------|
| | Acero al carbono | Cobre | Acero inoxidable | | Acero al carbono | Cobre | Acero inoxidable |
| -40 | -0.288 | -0.421 | -0.461 | 180 | 1.360 | 2.051 | 2.074 |
| -40 | -24,0 | -35,1 | -38,4 | 82 | 113,2 | 170,9 | 172,9 |
| -20 | -0.145 | -0.210 | -0.230 | 200 | 1.520 | 2.296 | 2.304 |
| -28 | -12,1 | -17,4 | -19,0 | 93 | 126,6 | 191,3 | 191,9 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 212 | 1.610 | 2.428 | 2.442 |
| -17 | 0 | 0 | 0 | 100 | 134,2 | 202,4 | 203,4 |
| 20 | 0.148 | 0.238 | 0.230 | 220 | 1.680 | 2.516 | 2.534 |
| -6 | 12,5 | 19,7 | 19,0 | 104 | 140,1 | 209,7 | 211,3 |
| 32 | 0.230 | 0.366 | 0.369 | 230 | 1.760 | 2.636 | 2.650 |
| 0 | 19,0 | 30,5 | 30,8 | 110 | 146,7 | 219,8 | 220,8 |
| 40 | 0.300 | 0.451 | 0.461 | 260 | 2.020 | — | — |
| 4 | 24,9 | 37,7 | 38,4 | 126 | 168,3 | — | — |
| 60 | 0.448 | 0.684 | 0.691 | 280 | 2.180 | — | — |
| 15 | 37,4 | 57,1 | 57,7 | 137 | 181,8 | — | — |
| 80 | 0.580 | 0.896 | 0.922 | 300 | 2.350 | — | — |
| 26 | 48,2 | 74,8 | 76,8 | 148 | 195,9 | — | — |
| 100 | 0.753 | 1.134 | 1.152 | 320 | 2.530 | — | — |
| 37 | 62,7 | 94,5 | 96,1 | 160 | 211,0 | — | — |
| 120 | 0.910 | 1.366 | 1.382 | 340 | 2.700 | — | — |
| 48 | 75,8 | 113,9 | 115,2 | 171 | 225,1 | — | — |
| 140 | 1.064 | 1.590 | 1.613 | 350 | 2.790 | — | — |
| 60 | 88,6 | 132,6 | 134,5 | 176 | 232,6 | — | — |
| 160 | 1.200 | 1.804 | 1.843 | | | | |
| 71 | 100,1 | 150,3 | 153,6 | | | | |

OBRA/PROPIETARIO

Sistema N° _____

Localización _____

CONTRATISTA

Propuesto por _____

Fecha _____

INGENIERO

Sec. espec. _____ Para _____

Aprobado _____

Fecha _____

www.victaulic.com

VICTAULIC ES UNA MARCA REGISTRADA DE VICTAULIC COMPANY. © 2008 VICTAULIC COMPANY. RESERVADOS TODOS LOS DERECHOS.

RFV C

26-02-SPA 1

Cálculo y absorción del aumento térmico de la tubería

ABSORCIÓN DEL AUMENTO TÉRMICO DEL TUBO

Victaulic ofrece métodos básicos para absorber el movimiento de la tubería debido a la contracción y/o la expansión.

- 1 Junta de expansión Mover Mover® Estilo 150 Victaulic
- 2 Sistema flotante
- 3 Acoplamientos ranurados flexibles Victaulic utilizando su movimiento lineal y sus capacidades de deflexión.
- 4 Liras de expansión con acoplamientos flexibles y empalmes Victaulic.

Estas piezas ofrecen soluciones atractivas y económicas a problemas de movimientos térmicos. En las siguientes secciones se ofrece información sobre productos y sugerencias explicando las ventajas mecánicas del método ranurado. **Dada la imposibilidad de predecir todos los diseños de sistemas, se debe tener en cuenta que esas sugerencias se ofrecen únicamente a título de sugerencias y no como recomendaciones para un sistema específico.**

1 Junta de expansión Mover Mover® Estilo 150 Victaulic

La junta de expansión Mover Mover Estilo 150 de Victaulic es un modelo deslizante capaz de conseguir hasta 3"/76 mm de movimiento axial, absorbiendo la expansión y/o la contracción (consulte 09.04).

Como con todo tipo de juntas de expansión, el diseñador debe proteger de condiciones negativas bajo las cuales estas piezas no funcionarán bien, como temperaturas, presiones fuera de las recomendadas para el producto, o movimientos que excedan las capacidades del producto.

Para un correcto funcionamiento de la junta de expansión, el sistema de tubería debe dividirse en secciones de expansión/contracción separadas con sujeciones, guías y anclajes adecuados para dirigir el movimiento axial de los tubos.

Los anclajes pueden clasificarse como principales e intermedios para el análisis de fuerzas. Los anclajes principales se instalan en puntos terminales, conexiones importantes de ramales o cambios de dirección de los tubos. Las fuerzas que actúan sobre el anclaje principal serán provocadas por el empuje de presión, la velocidad del caudal, la fricción de las guías de alineación y los dispositivos de soporte del peso.

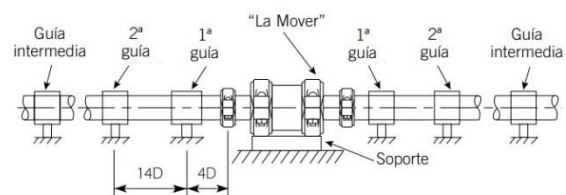
Los anclajes intermedios se montan en tramos largos para dividirlos en secciones más pequeñas y así utilizar juntas de expansión menos complejas. La fuerza que actúa en el anclaje intermedio es provocada por la fricción en las guías, el peso de los soportes o suspensiones, y la fuerza de activación necesaria para comprimir o expandir una junta de expansión.

Las guías de alineación de tubos son esenciales para garantizar el movimiento axial de la junta de expansión. Siempre que sea posible, se debe situar la junta de expansión al lado de un anclaje a cuatro (4) diámetros del tubo. La primera y la segunda guía de alineación del lado opuesto de la junta de expansión deben montarse a una distancia máxima de cuatro (4) y catorce (14) diámetros del tubo respectivamente. Pueden necesitarse guías intermedias adicionales en el sistema para alinear la tubería. Si no puede montarse la junta de expansión al lado de un anclaje, monte guías en ambos lados de la unidad, como se menciona.

LOS DATOS APORTADOS SÓLO SE PROPORCIONAN COMO AYUDA PARA LOS DISEÑADORES CUANDO SE INSTALAN PRODUCTOS CONFORMES A LA ÚLTIMA LÍNEA DE PRODUCTOS VICTAULIC.

TABLA 2

| ESPACIADO RECOMENDADO DE LAS GUÍAS DE ALINEACIÓN DE TUBERÍAS | | | |
|--|------------------------------------|--|---|
| Tamaño tubo | | Máximo Distancia a la 1ª guía o al anclaje Pulgadas/mm | Aproximado Distancia Entre 1ª y 2ª guía Pulgadas/mm |
| Tamaño nominal Pulgadas/mm | Diámetro exterior real Pulgadas/mm | | |
| 1 | 1.315 | 4" | 1' - 4" |
| 25 | 33,7 | 101,6 | 406,4 |
| 1¼ | 1.660 | 5" | 1' - 5" |
| 32 | 42,4 | 127,0 | 431,8 |
| 1½ | 1.900 | 6" | 1' - 9" |
| 40 | 48,3 | 152,4 | 533,4 |
| 2 | 2.375 | 8" | 2' - 4" |
| 50 | 60,3 | 203,2 | 711,2 |
| 2½ | 2.875 | 10" | 2' - 11" |
| 65 | 73,0 | 254,0 | 889,0 |
| 3 | 3.500 | 1' - 0" | 3' - 6" |
| 80 | 88,9 | 304,8 | 1066,8 |
| 3½ | 4.000 | 1' - 2" | 4' - 1" |
| 90 | 101,6 | 355,6 | 1244,6 |
| 4 | 4.500 | 1' - 4" | 4' - 8" |
| 100 | 114,3 | 406,4 | 1422,4 |
| 5 | 5.563 | 1' - 8" | 5' - 8" |
| 125 | 141,3 | 508,0 | 1727,2 |
| 6 | 6.625 | 2' - 0" | 7' - 0" |
| 150 | 168,3 | 609,6 | 2133,6 |
| 8 | 8.625 | 2' - 8" | 9' - 4" |
| 200 | 219,1 | 812,8 | 2844,8 |
| 10 | 10.750 | 3' - 4" | 11' - 8" |
| 250 | 273,0 | 1016,0 | 3556,0 |
| 12 | 12.750 | 4' - 0" | 14' - 0" |
| 300 | 323,9 | 1219,2 | 4267,2 |
| 14 | 14.000 | 4' - 8" | 16' - 4" |
| 350 | 355,6 | 1422,4 | 4978,4 |
| 16 | 16.000 | 5' - 4" | 18' - 8" |
| 400 | 406,4 | 1625,6 | 5689,6 |
| 18 | 18.000 | 6' - 0" | 21' - 0" |
| 450 | 457,0 | 1828,8 | 6400,8 |
| 20 | 20.000 | 6' - 8" | 23' - 4" |
| 500 | 508,0 | 2032,0 | 7112,0 |
| 24 | 24.000 | 8' - 0" | 28' - 0" |
| 600 | 610,0 | 2438,4 | 8534,4 |



Además, cuando las aplicaciones de gran longitud y baja presión puedan necesitar guías de alineación intermedias, se debe soportar el peso de la tubería, incluyendo el contenido líquido. En el Manual de bolsillo de Victaulic I-100 y en la sección Datos de diseño 26.01 del Catálogo General se ofrecen recomendaciones para el espaciado.

Cálculo y absorción del aumento térmico de la tubería

En la Figura 1 se muestra una aplicación típica de juntas de expansión, anclajes y guías.

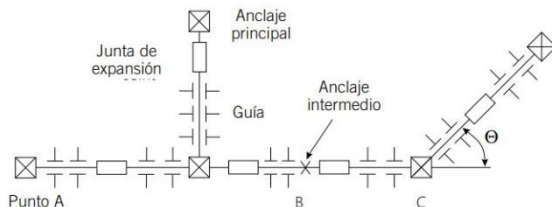


FIGURA 1

Cuando se instala, la junta de expansión "Mover" puede compensar el movimiento axial de la tubería en 3"/76 mm. Este movimiento puede ajustarse para compensar la expansión o la contracción de la tubería o alguna combinación de ambas según los requisitos del sistema. Además, se debe tener en cuenta el movimiento provocado por la instalación a una temperatura de funcionamiento diferente a los valores mínimo o máximo ajustando la longitud instalada de la junta de expansión.

Las fuerzas de activación necesarias para comprimir al máximo las juntas de expansión Victaulic son equivalentes a las fuerzas necesarias para superar una presión interna aproximada de 15 psi/103 kPa. Las fuerzas necesarias serán similares para las juntas de expansión Mover Estilo 150 y Estilo 155 y se incluyen en la Tabla 3 según el tamaño.

En tamaños de tuberías donde no puede instalarse una Mover, Victaulic ofrece nuestras juntas de expansión Estilo 155, que son una combinación de acoplamientos y manguitos cortos unidos para ofrecer una mayor expansión. Los manguitos están ranurados a precisión para lograr la tolerancia lineal máxima en cada unión.

Las unidades estándar se preparan con acoplamientos Estilo 77 o Estilo 75 y se montan con manguitos en la posición totalmente abierta para una expansión máxima. Las unidades estándar ofrecen un movimiento axial de hasta 1,88"/47,752 mm (¾ - 3"/20 - 80 mm de tamaño) o 1,75"/44,45 mm (4 - 24"/100 - 600 mm de tamaño). Puede formar juntas de expansión Estilo 155 con más o menos capacidad de movimiento axial simplemente añadiendo o quitando acoplamientos y manguitos. Para servicios de contracción, las unidades están totalmente comprimidas. Cuando se necesitan tolerancias de expansión y contracción, el espaciado se ajusta proporcional a la temperatura de la instalación y a los extremos de temperatura (según las especificaciones del cliente).

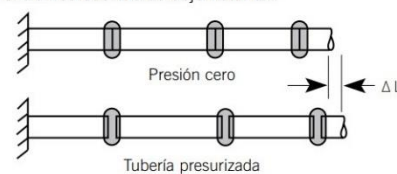
Las juntas de expansión Victaulic Estilo 155 pueden emplearse como conectores flexibles; **pero** no ofrecerán a la vez una expansión y deflexión máximas. Las juntas de expansión instaladas horizontalmente requieren un soporte independiente para evitar la deflexión que reduciría la expansión disponible.

TABLA 3

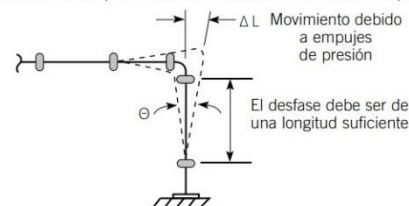
| Tamaño tubo | | Fuerza de activación | Tamaño tubo | | Fuerza de activación |
|----------------------------|------------------------------------|----------------------|----------------------------|------------------------------------|----------------------|
| Tamaño nominal Pulgadas/mm | Diámetro exterior real Pulgadas/mm | Lbs. N | Tamaño nominal Pulgadas/mm | Diámetro exterior real Pulgadas/mm | Lbs. N |
| 1 | 1.315 | 20 | 10 | 10.750 | 1365 |
| 25 | 33,7 | 89 | 250 | 273,0 | 6074 |
| 1½ | 1.900 | 45 | 12 | 12.750 | 1915 |
| 40 | 48,3 | 200 | 300 | 323,9 | 8522 |
| 2 | 2.375 | 70 | 14 | 14.000 | 2310 |
| 50 | 60,3 | 312 | 350 | 355,6 | 10280 |
| 3 | 3.500 | 145 | 16 | 16.000 | 3015 |
| 80 | 88,9 | 645 | 400 | 406,4 | 13417 |
| 4 | 4.500 | 240 | 18 | 18.000 | 3820 |
| 100 | 114,3 | 1068 | 450 | 457,0 | 16999 |
| 6 | 6.625 | 520 | 20 | 20.000 | 4715 |
| 150 | 168,3 | 2314 | 500 | 508,0 | 20982 |
| 8 | 8.625 | 880 | 24 | 24.000 | 6785 |
| 200 | 219,1 | 3916 | 600 | 610,0 | 30193 |

2 Sistema flotante

Los sistemas flotantes son sistemas de tubería que pueden contraerse y expandirse térmicamente sin necesidad de juntas de expansión, siempre que este movimiento no provoque tensiones de momentos de flexión en las conexiones de ramales, o no perjudique a las uniones o a los cambios de dirección, o a piezas de estructuras y otro equipo. Esto se consigue instalando de forma aleatoria uniones o, si lo desea, instalando guías para controlar la dirección del movimiento. Se deben tener en cuenta los efectos de los empujes de presión cuando se utilicen acoplamientos ranurados flexibles, ya que la tubería se extenderá al máximo posible en las holguras disponibles en sus extremos cuando se deje flotante.



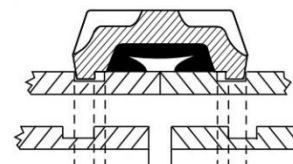
Verifique que las conexiones de los ramales y los desfases sean suficientemente largas para no exceder nunca la deflexión angular máxima del acoplamiento (mostrada en Prestaciones para cada estilo de acoplamiento) y que pueda absorber el movimiento total anticipado de las tuberías. En caso negativo, ancle el sistema y dirija los movimientos. Verifique también que los tubos adyacentes puedan moverse libremente para absorber los movimientos anticipados.



3 Acoplamientos ranurados flexibles que utilizan su movimiento lineal y sus capacidades de deflexión

Cuando se diseñan tendidos de tuberías unidos con acoplamientos ranurados flexibles mecánicos, habrá que tener en cuenta algunas características de estos acoplamientos, que diferencian a los acoplamientos ranurados flexibles de otros tipos y métodos de unión de tuberías. Una vez entendido esto, el diseñador puede beneficiarse de las muchas ventajas que ofrecen estos acoplamientos.

El movimiento lineal existente en uniones flexibles de tuberías ranuradas se indica en las prestaciones para cada estilo de acoplamiento Victaulic, y son valores MÁXIMOS. Para fines de diseño e instalación se deben reducir estas cantidades por los factores siguientes para permitir las tolerancias de ranurado del tubo.



TOLERANCIA DEL MOVIMIENTO LINEAL

¾ - 3 ½"/20 - 90 mm - Reduzca un 50% las cantidades indicadas

4"/100 mm y mayor - Reduzca un 25% las cantidades indicadas

Los tubos estándar con ranuras de rodillo ofrecerán la mitad de las capacidades de expansión/contracción o deflexión de un tubo con ranuras de corte estándar del mismo tamaño.

ANEXO - 0025. Sistema de aislamiento térmico

| TEMPERATURA °C | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 |
|------------------|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|
| DIÁMETRO TUBERÍA | ESPORES DE AISLAMIENTO (mm) | | | | |
| 1" | 30 | 30 | 40 | 40 | 50 |
| 1 1/2" | 30 | 30 | 40 | 50 | 60 |
| 2" | 30 | 40 | 40 | 50 | 60 |
| 2 1/2" | 40 | 40 | 50 | 60 | 70 |
| 3" | 40 | 50 | 50 | 60 | 70 |
| 4" | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| 6" | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 |
| 8" | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 |
| 10" | 60 | 70 | 80 | 90 | 90 |
| 12" | 60 | 70 | 80 | 90 | 110 |
| 14" | 60 | 70 | 80 | 100 | 110 |
| 16" | 60 | 70 | 90 | 100 | 120 |
| 18" | 60 | 80 | 90 | 100 | 120 |
| 20" | 70 | 80 | 90 | 110 | 120 |
| 22" | 70 | 80 | 100 | 110 | 130 |
| 24" | 70 | 80 | 100 | 110 | 130 |

Figura 11: Espesores mínimos aconsejados para tuberías aisladas con productos de lana de vidrio ISOVER.

En la figura 12 se indican los espesores aconsejables de aplicación utilizando productos ROCLAINE, en función de las temperaturas de trabajo más usuales, diámetro de la tubería y del rendimiento óptimo del material aislante.

Dichos productos pueden aplicarse a temperaturas superiores a las de los márgenes establecidos en la Tabla, como se especifica en las fichas técnicas correspondientes.

| TEMPERATURA °C | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 |
|------------------|---|-----|-----|--|-----|-----|--|-----|-----|-----|
| DIÁMETRO TUBERÍA | ESPORES DE AISLAMIENTO (mm) | | | | | | | | | |
| 1" | 30 | 30 | 40 | 40 | 50 | 60 | 60 | 70 | 80 | 90 |
| 1 1/2" | 30 | 30 | 40 | 50 | 60 | 60 | 70 | 70 | 80 | 90 |
| 2" | 30 | 40 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 80 | 90 | 100 |
| 2 1/2" | 40 | 40 | 50 | 60 | 70 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 |
| 3" | 40 | 50 | 50 | 60 | 70 | 70 | 80 | 90 | 110 | 120 |
| 4" | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 80 | 90 | 100 | 120 | 130 |
| 6" | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 |
| 8" | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 110 | 120 | 130 | 140 | 160 |
| 10" | 60 | 70 | 80 | 90 | 90 | 110 | 120 | 130 | 150 | 170 |
| 12" | 60 | 70 | 80 | 90 | 110 | 120 | 130 | 140 | 160 | 180 |
| 14" | 60 | 70 | 80 | 100 | 110 | 120 | 140 | 150 | 170 | 180 |
| 16" | 60 | 70 | 90 | 100 | 120 | 120 | 140 | 150 | 170 | 190 |
| 18" | 60 | 80 | 90 | 100 | 120 | 130 | 140 | 160 | 170 | 190 |
| 20" | 70 | 80 | 90 | 110 | 120 | 130 | 150 | 160 | 180 | 200 |
| 22" | 70 | 80 | 100 | 110 | 130 | 140 | 150 | 170 | 180 | 200 |
| 24" | 70 | 80 | 100 | 110 | 130 | 140 | 150 | 180 | 190 | 210 |
| Producto | Coquilla ROCLAINE(*) Manta SP 322-G-70 | | | Coquilla ROCLAINE(*) Manta SP 342-G-100 | | | Coquilla ROCLAINE(*) Manta SP 342-G-125 | | | |

(*) Diámetro nominal hasta 10". Espesor de 30 a 80 mm.

Figura 12: Espesores mínimos aconsejados para tuberías aisladas con productos de lana de roca ROCLAINE.

| | | | | | | | | | | |
|----------|---|----|-----|--|-----|-----|--|-----|-----|-----|
| 4" | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 80 | 90 | 100 | 120 | 130 |
| 6" | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 |
| 8" | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 110 | 120 | 130 | 140 | 160 |
| 10" | 60 | 70 | 80 | 90 | 90 | 110 | 120 | 130 | 150 | 170 |
| 12" | 60 | 70 | 80 | 90 | 110 | 120 | 130 | 140 | 160 | 180 |
| 14" | 60 | 70 | 80 | 100 | 110 | 120 | 140 | 150 | 170 | 180 |
| 16" | 60 | 70 | 90 | 100 | 120 | 120 | 140 | 150 | 170 | 190 |
| 18" | 60 | 80 | 90 | 100 | 120 | 130 | 140 | 160 | 170 | 190 |
| 20" | 70 | 80 | 90 | 110 | 120 | 130 | 150 | 160 | 180 | 200 |
| 22" | 70 | 80 | 100 | 110 | 130 | 140 | 150 | 170 | 180 | 200 |
| 24" | 70 | 80 | 100 | 110 | 130 | 140 | 150 | 180 | 190 | 210 |
| Producto | Coquilla ROCLAINE (*) Manta Spintex 322-G-70 | | | Coquilla ROCLAINE (*) Manta Spintex 342-G-100 | | | Coquilla ROCLAINE (*) Manta Spintex 342-G-125 | | | |

(*) Diámetro nominal hasta 10". Espesor de 30 a 80 mm.

Características técnicas

Pérdidas Térmicas y temperatura en la cara fría (revestimiento) de tuberías

En las Tablas 3 a la 12, se indican las pérdidas térmicas unitarias y la temperatura exterior (revestimiento), para la gama de temperaturas y diámetros representados de la Tabla 2, sobre la base de las condiciones que se relacionan:

- Tuberías que circulan en posición horizontal.
- Tuberías situadas en el interior de un edificio (ambiente sin viento).
- Material de revestimiento del aislamiento: chapa de aluminio.
- Temperatura ambiente (valor medio): 20 °C.

Ing. Carlos Gordillo Andía
ASESOR DE PROYECTOS TÉRMICOS
CIP. 30824

Tabla 3

| Temperatura tubería: 100 °C | | Material aislante | | | |
|-----------------------------|--------------------------|--------------------|-------------|------------------------|-------------|
| Diámetro nominal tubería | Espesor aislamiento (mm) | Coquilla ROCLAINE | | Manta Spintex 322-G-70 | |
| | | θ_{se} (°C) | q_L (W/m) | θ_{se} (°C) | q_L (W/m) |
| ≤1" | 30 | 31,3 | 16,3 | 31,5 | 16,5 |
| 1 1/2" | 30 | 32,4 | 20,5 | 32,5 | 20,8 |
| 2" | 30 | 33,0 | 23,7 | 33,2 | 24,1 |
| 2 1/2" | 40 | 31,0 | 23,5 | 31,1 | 24,0 |
| 3" | 40 | 31,4 | 26,3 | 31,5 | 26,7 |
| 4" | 40 | 32,0 | 31,4 | 32,2 | 31,9 |
| 6" | 50 | 30,9 | 35,8 | 31,1 | 36,4 |
| 8" | 50 | 31,5 | 44,2 | 31,7 | 44,9 |
| 10" | 60 | 30,5 | 46,0 | 30,6 | 46,7 |
| 12" | 60 | -- | -- | 31,0 | 53,9 |
| 14" | 60 | -- | -- | 31,3 | 60,8 |
| 16" | 60 | -- | -- | 31,6 | 68,0 |
| 18" | 60 | -- | -- | 31,8 | 74,9 |
| 20" | 70 | -- | -- | 30,7 | 72,6 |
| 22" | 70 | -- | -- | 30,9 | 79,0 |
| 24" | 70 | -- | -- | 31,0 | 85,2 |

T_{se} - Temperatura exterior (revestimiento). Q_L - Pérdidas unitarias (metro lineal).

Tabla 4

| Temperatura tubería: 150 °C | | Material aislante | | | |
|-----------------------------|--------------------------|--------------------|-------------|------------------------|-------------|
| Diámetro nominal tubería | Espesor aislamiento (mm) | Coquilla ROCLAINE | | Manta Spintex 322-G-70 | |
| | | θ_{se} (°C) | q_L (W/m) | θ_{se} (°C) | q_L (W/m) |
| ≤1" | 30 | 38,2 | 29,2 | 38,6 | 30,0 |
| 1 ½" | 30 | 40,0 | 36,7 | 40,5 | 37,8 |
| 2" | 40 | 36,7 | 36,2 | 37,1 | 37,2 |
| 2 ½" | 40 | 37,7 | 42,3 | 38,1 | 43,5 |
| 3" | 50 | 35,3 | 41,2 | 35,6 | 42,3 |
| 4" | 50 | 36,2 | 48,9 | 36,6 | 50,2 |
| 6" | 60 | 35,2 | 56,8 | 35,5 | 58,4 |
| 8" | 60 | 36,1 | 69,7 | 36,5 | 71,6 |
| 10" | 70 | 34,9 | 73,8 | 35,3 | 75,9 |
| 12" | 70 | -- | -- | 35,8 | 87,2 |
| 14" | 70 | -- | -- | 36,3 | 98,2 |
| 16" | 70 | -- | -- | 36,7 | 110,0 |
| 18" | 80 | -- | -- | 35,4 | 109,0 |
| 20" | 80 | -- | -- | 35,7 | 118,7 |
| 22" | 80 | -- | -- | 36,0 | 129,0 |
| 24" | 80 | -- | -- | 36,3 | 139,0 |

T_{se} - Temperatura exterior (revestimiento). Q_L - Pérdidas unitarias (metro lineal).

Tabla 5

| Temperatura tubería: 200 °C | | Material aislante | | | |
|-----------------------------|--------------------------|--------------------|-------------|------------------------|-------------|
| Diámetro nominal tubería | Espesor aislamiento (mm) | Coquilla ROCLAINE | | Manta Spintex 322-G-70 | |
| | | θ_{se} (°C) | q_L (W/m) | θ_{se} (°C) | q_L (W/m) |
| ≤1" | 40 | 40,0 | 37,9 | 40,7 | 39,8 |
| 1 ½" | 40 | 41,9 | 47,1 | 42,9 | 49,6 |
| 2" | 40 | 43,2 | 54,2 | 44,2 | 57,0 |
| 2 ½" | 50 | 40,4 | 55,4 | 41,2 | 58,2 |
| 3" | 50 | 41,2 | 61,5 | 42,1 | 64,7 |
| 4" | 60 | 39,3 | 65,0 | 40,1 | 68,4 |
| 6" | 70 | 38,6 | 76,3 | 39,3 | 80,3 |
| 8" | 70 | 39,8 | 93,3 | 40,6 | 98,2 |
| 10" | 80 | 38,6 | 100,0 | 39,3 | 105,1 |
| 12" | 80 | -- | -- | 40,1 | 120,6 |
| 14" | 80 | -- | -- | 40,7 | 135,8 |
| 16" | 90 | -- | -- | 39,4 | 138,2 |
| 18" | 90 | -- | -- | 39,9 | 151,8 |
| 20" | 90 | -- | -- | 40,3 | 165,2 |
| 22" | 100 | -- | -- | 39,0 | 165,0 |
| 24" | 100 | -- | -- | 37,6 | 179,1 |

T_{se} - Temperatura exterior (revestimiento). Q_L - Pérdidas unitarias (metro lineal).

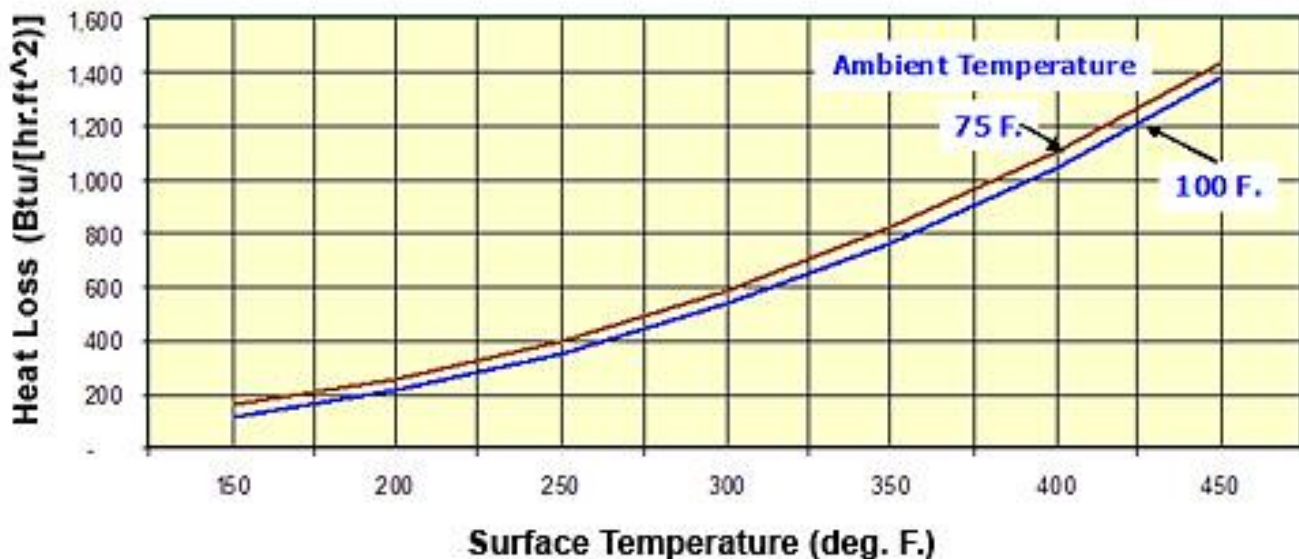
ANEXO - 0026. Maximizar la eficiencia energética del sistema con el aislamiento

Maximize System Energy Efficiency With Proper Insulation

The heat loss calculations require measurement of surface temperature and information on conditions such as ambient temperature, wind velocity, orientation of the surface (vertical, horizontal facing upward or downward, etc.) and condition or emissivity (shiny vs. black or rusted) of the surface. Figure 1 shows values of heat loss per square foot of the heating system outside surface for a vertical surface with emissivity of 0.9 and wind velocity of zero miles per hour (indoor installation). This graph should be used as a general guide because wall heat loss depends on a number of factors.

Fuente: <http://www.reliableplant.com/Read/15871/maximize-system-energy-efficiency-with-proper-insulation>

Figure 1. Values of Heat Loss Per Square Foot of Heating Surface



ANEXO - 0027. Válvulas estaciones reductoras de presión

En beneficio del desarrollo y mejora del producto, nos reservamos el derecho de cancelar la explotación. © Copyright 2010



TI-P186-08
CH Issue 11

Válvula reductora de presión
sanitaria SRV66

Descripción

La SRV66 es una válvula reductora de presión sanitaria angular con autodrenaje de construcción en acero inoxidable 316 adecuada para el uso con vapor, agua y gases industriales inertes. Está disponible con conexiones compatibles con mordazas según ISO 2852, no requiere una línea externa de detección de presión y tiene capacidad para limpieza-en-sitio (CIP) y esterilizado-en-sitio (SIP).

Las aplicaciones típicas pueden ser: Suministro de vapor limpio, gas y líquidos a bioreactores, centrifugas, liofilizadores, esterilizadores, autoclaves, tanques de procesos, humidificadores y equipos culinarios.

Estanqueidad

Estanqueidad de acuerdo con la directriz 2174 de la normativa VDI/VDE (Índice de fuga < 0,5% del valor de K_v s).

Acabado y limpieza de superficie

Superficies internas húmedas - $R_a < 3,2 \mu m$ limpieza ultrasónica.

Las siguientes opciones están disponibles bajo pedido:

| | |
|------------------------------|--|
| Versión pulida | Para aplicaciones alimentarias, farmacéuticas super limpias con rugosidad de superficie: $R_a \leq 0,25, 0,4, 0,8 \mu m$ |
| Vitón (FEPM) | Asiento blando de elastómero |
| | Asépticas |
| | Clamp ASME BPE |
| Conexiones especiales | Bridas ASME o JIS |
| | Roscas NPT |
| | Espiga soldadura |

Nota: Otras conexiones/construcciones disponibles bajo pedido

Desengrasado

Material diafragma con aprobación FDA

Opciones de certificados

Los siguientes están disponibles con un coste extra:

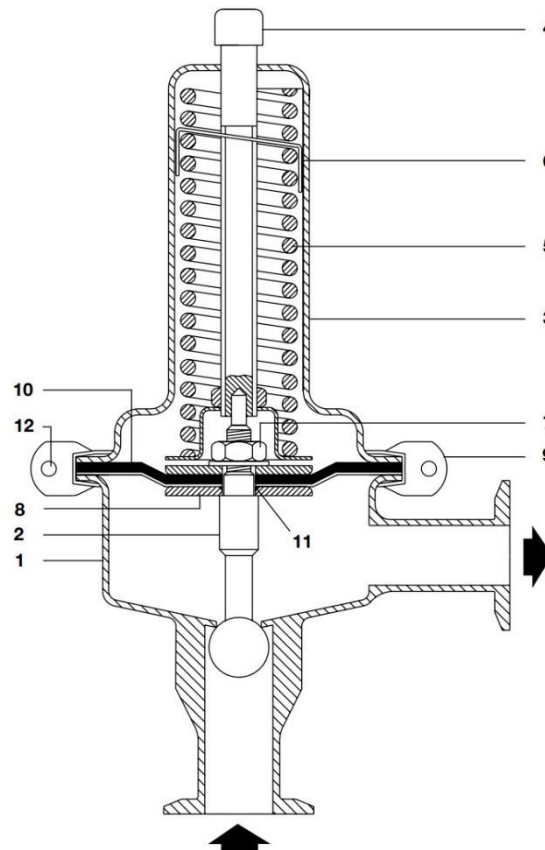
- Aprobación FDA para todas las partes húmedas.
- Aprobación USP Clase IV para todas las partes húmedas.
- Certificado de acabado de superficie para partes húmedas.
- Confirmación de que las partes que componen esta válvula están libre de productos derivados de animales

Tamaños y conexiones

DN15, DN20, DN25, DN32, DN40 y DN50
Compatibles con mordazas ISO 2852.

Rango de operación

Ver dorso.

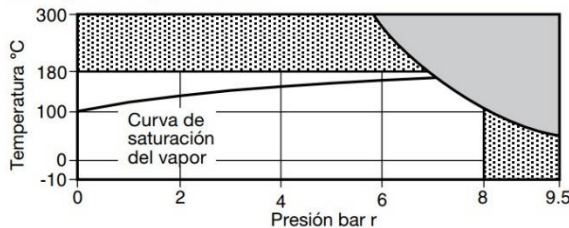


Materiales

| No. | Parte | Material | |
|-----|---------------------------|--------------------|---------------|
| 1 | Cuerpo (asiento integral) | Acero inoxidable | 1.4404 (316L) |
| 2 | Obturador | Acero inoxidable | 1.4404 (316L) |
| 3 | Alojamiento resorte | Acero inoxidable | 1.4404 (316L) |
| 4 | Tornillo ajuste | Acero inoxidable | BS 6105 A4 70 |
| 5 | Resorte | Acero inoxidable | 1.4301 (304) |
| 6 | Plato resorte | Acero inoxidable | 1.4301 (304) |
| 7 | Tuerca diafragma | Acero inoxidable | BS 6105 A4 70 |
| 8 | Plato diafragma | Acero inoxidable | 1.4404 (316L) |
| 9 | Mordaza en 'V' | Acero inoxidable | 1.4404 (316L) |
| 10 | Diafragma | FPM (Vitón) / PTFE | |
| 11 | 'O' ring | PTFE | |
| 12 | Tornillo mordaza en 'V' | Acero inoxidable | BS 6105 A4 70 |

/ sarco

Rango de operación



- La válvula **no puede** trabajar en esta zona.
- La válvula no se puede usar en esta zona o por encima de su rango operativo ya que se pueden dañar las partes internas.

| | | |
|--|---------|--|
| Condiciones de diseño del cuerpo | Entrada | PN10 |
| | Salida | ver tabla 'Rango de presión de ajuste' |
| Presión máxima de diseño | | 9,5 bar a 50°C |
| Temperatura máxima de diseño | | 300°C a 5,8 bar r |
| Temperatura mínima de diseño | | -10°C |
| Temperatura máxima de trabajo | | 180°C |
| Presión máxima de de trabajo (entrada) | | 8 bar r |
| Temperatura mínima de trabajo | | -10°C |
| Prueba hidráulica: | | 15,2 bar r |

Rango de presión de ajuste

| | | | |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|
| Tamaño | DN15 - DN50 | | |
| Rango entrada/salida | PN16 / PN2,5 | PN16 / PN6 | PN16 / PN10 |
| Rango resorte | 0,3 - 1,1 bar r | 0,8 - 2,5 bar r | 1,0 - 5,0 bar r |
| Máx. presión de salida permitida = 1,5 veces la presión de ajuste | | | |

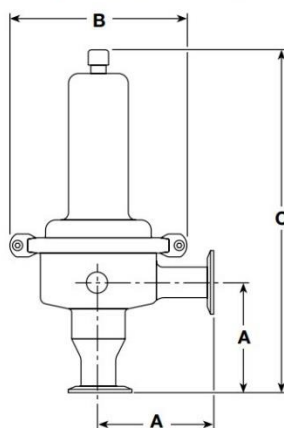
Valores Kv

Para maximizar la precisión de control (especialmente con grandes variaciones de carga) usar los valores Kv con un 20% de desfase. Para dimensionar la válvula de seguridad usar Máximo Kv.

| | | | | | | |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|
| Tamaño válvula | DN15 | DN20 | DN25 | DN32 | DN40 | DN50 |
| Kv con 20% desfase | 2,0 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,5 | 5,2 |
| Máximo Kv | 2,6 | 3,9 | 4,6 | 5,2 | 5,9 | 6,8 |

Para convertir: Cv (UK) = Kv x 0,93 Cv (US) = Kv x 1,156

Dimensiones / peso (aproximado) en mm y kg



| Rango presión y | Tamaño | A | B | C | Peso |
|-----------------|-------------|-----|-----|-----|------|
| 1,0 a 5,0 bar | DN15 - DN25 | 90 | 138 | 200 | 2,0 |
| | DN32 - DN40 | 120 | 138 | 200 | 2,5 |
| 0,8 a 2,5 bar | DN50 | 120 | 138 | 200 | 3,0 |
| | DN15 - DN25 | 120 | 200 | 200 | 3,0 |
| 0,3 a 1,1 bar | DN32 - DN40 | 120 | 200 | 200 | 3,5 |
| | DN50 | 120 | 200 | 200 | 4,0 |

Dimensionado

Se puede calcular el Kv requerido usando las siguientes fórmulas:

donde:

- \dot{m}_s = Caudal másico de vapor (kg/h)
- \dot{V} = Caudal de líquido (m³/h)
- \dot{V}_g = Caudal de gas en condiciones estándar: 0°C a 1,013 bar a (m³/h)
- P_1 = Presión aguas arriba (bar absolutos)
- P_2 = Presión aguas abajo (bar absolutos)
- $\chi = \frac{P_1 - P_2}{P_1}$ (factor caída de presión)
- S = Gravedad específica
- T = Media de temperatura absoluta (Kelvin = °C + 273)

Vapor Caída de presión crítica: $P_2 \leq 0,58 P_1$

$$K_v = \frac{\dot{m}_s}{12 P_1}$$

Caída de presión no crítica: $P_2 \geq 0,58 P_1$

$$K_v = \frac{\dot{m}_s}{12 P_1 \sqrt{1 - 5,67 (0,42 - \chi)^2}}$$

Gas

$$K_v = \frac{\dot{V}_g}{287} \sqrt{\frac{ST}{(P_1 - P_2)(P_1 + P_2)}}$$

Líquidos

$$K_v = \dot{V} \sqrt{\frac{S}{P_1 - P_2}}$$

Cálculo de Kv y selección de la válvula

Usando el caudal máximo y la presión diferencial más pequeña ($P_1 - P_2$), calcular los Kv requeridos usando una de las fórmulas de arriba. Seleccionar un Kv de la válvula que sea un 30% mayor que el Kv calculado. El rango operativo óptimo de la válvula seleccionada debería estar dentro del rango de 10 a 70% de su Kv.

Velocidades de fluido recomendadas

| | | |
|----------|--------------------|-------------|
| Vapor | Saturado | 10 a 40 m/s |
| | Recalentado | 15 a 60 m/s |
| Gases | hasta 2 bar r | 2 a 10 m/s |
| | superior a 2 bar r | 5 a 40 m/s |
| Líquidos | | 1 a 5 m/s |

Seguridad, instalación y mantenimiento

Ver Instrucciones de Instalación y Mantenimiento (IM-P186-09) que acompañan al producto.

Nota de instalación:

La SRV66 debe instalarse con la entrada en posición vertical y el alojamiento resorte en la parte superior.

Como pasar pedido

Ejemplo: 1 Válvula reguladora de presión sanitaria Spirax Sarco SRV66 de DN25 con un rango de presión de 1 - 5 bar, PN10 / PN6, diafragma de FPM y con conexiones compatibles con mordazas ISO 2852.

Recambios

Las piezas de recambio disponibles se indican con línea de trazo continuo. Las piezas indicadas con línea de trazos, no se suministran como recambio.

Recambios disponibles

| | |
|----------------------|--------|
| Diafragma y 'O' ring | 10, 11 |
|----------------------|--------|

Cómo pasar pedido de recambios

Al pasar pedido debe usarse la nomenclatura señalada en el cuadro anterior indicando el tamaño, modelo y rango de presión.

Ejemplo: 1 Diafragma y 'O' ring para una válvula reductora de presión Spirax Sarco SRV66 de DN25 y rango de presión de 1 - 5 bar, PN10 / PN6, diafragma de FPM.

ANEXO - 0028. Separadores de vapor



Armstrong® DS-1, DS-2 Drain Separators

Condensate in steam and air piping reduce thermal efficiency, cause water hammer, corrode equipment such as valves and pipes, and cause other problems.

Drain separators DS-1 and DS-2 separate condensate efficiently by using the centrifugal force of steam or air created by introducing it into a specifically shaped path. Because of the simple structure of the drain separators, pressure loss is minimized, enabling clean, dry steam or air to be fed to equipment.

Operating Principle

When steam or air flow enters the drain separator, centrifugal force is generated in the fluid because of the device's internal structural design. The fluid drains along the wall because of the difference in specific gravity with steam or air, eventually striking the baffle. The baffle guides the fluid to the drain outlet and to the trap, which drains it. As a result, both small dirt particles and condensate are separated and removed from the system through the bottom drain.

Features

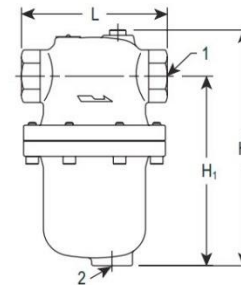
- A cyclone structure maximizes liquid separation efficiency
- Pressure loss is extremely low
- No moving parts means no breakdowns

Specifications

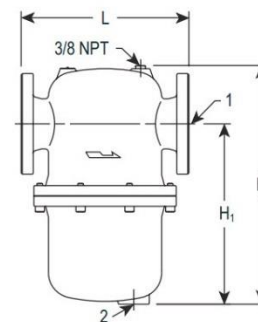
- Nominal Size: 1/2" - 4" (15 mm - 100 mm)
- Application Fluid: Steam or Air
- Maximum Pressure:
 - for steam: 300 psig (20.7 bar)
 - for air: 300 psig (20.7 bar)
- Maximum Temperature: 430°F (221°C)
- Body Material: Ductile Iron ASTM A536
- Nozzle Material: Cast Iron ASTM A48
- Receiver Material: Ductile Iron ASTM A536
- Connections
 - Threaded NPT (1/2" - 2")
 - Flanged ANSI 150/300 (2-1/2" - 4")

Size Selection

Select a nominal size that matches that of piping or use the sizing chart on page PTC-50.



DS-1



DS-2

| Dimensions and Weights | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|---------------|------|-----------|-----|------------|-----|----------|-----|--------|-----|--------|------|
| Model | Connections | | | | Dimensions | | | | | | Weight | |
| | 1 | | 2 | | L | | H | | H1 | | lb | kg |
| | | | | | in | mm | in | mm | in | mm | | |
| DS-1 | 1/2 NPT | 15A | 3/4 NPT | 20A | 5-5/16 | 150 | 9-9/16 | 243 | 7-5/8 | 193 | 16 | 7.3 |
| | 3/4 NPT | 20A | 3/4 NPT | 20A | 5-5/16 | 150 | 9-9/16 | 243 | 7-5/8 | 193 | 16 | 7.3 |
| | 1 NPT | 25A | 3/4 NPT | 20A | 5-5/16 | 150 | 9-9/16 | 243 | 7-5/8 | 193 | 16 | 7.3 |
| | 1-1/4 NPT | 32A | 1 NPT | 25A | 7-1/2 | 190 | 11-1/8 | 282 | 8-3/8 | 213 | 28 | 12.7 |
| | 1-1/2 NPT | 40A | 1 NPT | 25A | 7-1/2 | 190 | 11-1/8 | 282 | 8-3/8 | 213 | 28 | 12.7 |
| DS-2 (150#) | 2 NPT | 50A | 1 NPT | 25A | 8-5/8 | 219 | 13-15/32 | 342 | 10-1/4 | 260 | 45 | 20.5 |
| | 2-1/2 ANSI FL | 65A | 1 NPT | 25A | 11-1/2 | 292 | 16-15/32 | 418 | 12-3/8 | 314 | 77 | 35 |
| | 3 ANSI FL | 80A | 1-1/4 NPT | 32A | 13-1/2 | 343 | 19 | 484 | 14-1/4 | 361 | 99 | 45 |
| DS-2 (300#) | 4 ANSI FL | 100A | 1-1/4 NPT | 32A | 15-13/16 | 402 | 23-13/32 | 594 | 17-1/2 | 445 | 143 | 65 |
| | 2-1/2 ANSI FL | 65A | 1 NPT | 25A | 11-15/16 | 303 | 16-15/32 | 418 | 12-3/8 | 314 | 77 | 35 |
| | 3 ANSI FL | 80A | 1-1/4 NPT | 32A | 13 | 356 | 19-1/16 | 484 | 14-1/2 | 361 | 99 | 45 |
| | 4 ANSI FL | 100A | 1-1/4 NPT | 32A | 16-7/16 | 418 | 23-3/8 | 594 | 17-1/2 | 445 | 143 | 65 |

All dimensions and weights are approximate. Use certified print for exact dimensions. Design and materials are subject to change without notice.

216

PTC-49

Armstrong Pressure/Temperature Controls Group, 221 Armstrong Blvd., Three Rivers, MI 49093 – USA Phone: (269) 279-3600 Fax: (269) 273-8656
www.armstrong-intl.com

Next



DS-1, DS-2 Drain Separators

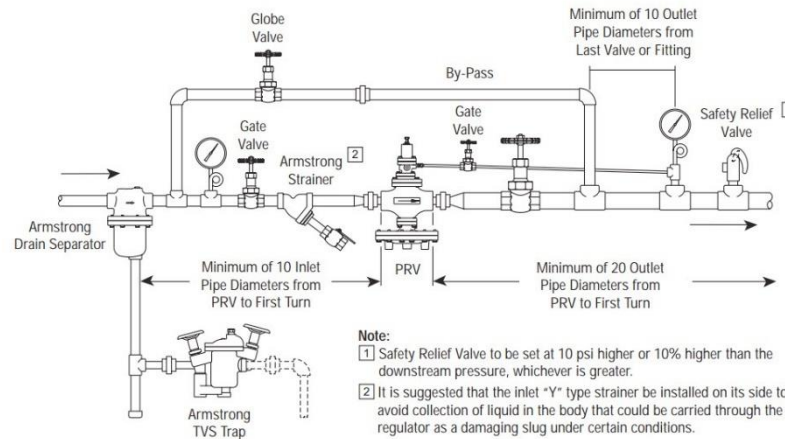
| Steam Capacities | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|--------|----------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--|
| Size | 5 psig | 0.34 bar | 10 psig | 0.69 bar | 25 psig | 1.7 bar | 50 psig | 3.4 bar | 100 psig | 6.9 bar | 150 psig | 10.3 bar | 200 psig | 13.8 bar | 250 psig | 17.2 bar | 300 psig | 20.7 bar | |
| | lb/hr | kg/hr | lb/hr | kg/hr | lb/hr | kg/hr | lb/hr | kg/hr | lb/hr | kg/hr | lb/hr | kg/hr | lb/hr | kg/hr | lb/hr | kg/hr | lb/hr | kg/hr | |
| 1/2" | 34 | 15 | 43 | 20 | 69 | 31 | 113 | 51 | 200 | 91 | 287 | 130 | 374 | 170 | 461 | 209 | 548 | 249 | |
| 3/4" | 60 | 27 | 75 | 34 | 121 | 55 | 198 | 90 | 351 | 159 | 503 | 228 | 656 | 298 | 809 | 367 | 962 | 436 | |
| 1" | 98 | 44 | 122 | 55 | 197 | 89 | 320 | 145 | 568 | 258 | 816 | 370 | 1,063 | 482 | 1,311 | 595 | 1,559 | 707 | |
| 1-1/4" | 169 | 77 | 212 | 96 | 340 | 154 | 555 | 252 | 983 | 446 | 1,412 | 640 | 1,840 | 835 | 2,269 | 1,029 | 2,698 | 1,224 | |
| 1-1/2" | 230 | 104 | 288 | 131 | 463 | 210 | 755 | 342 | 1,338 | 607 | 1,922 | 872 | 2,505 | 1,136 | 3,088 | 1,401 | 3,672 | 1,666 | |
| 2" | 379 | 172 | 475 | 215 | 763 | 346 | 1,244 | 564 | 2,206 | 1,000 | 3,167 | 1,437 | 4,129 | 1,873 | 5,090 | 2,309 | 6,052 | 2,745 | |
| 2-1/2" | 541 | 245 | 678 | 308 | 1,089 | 494 | 1,775 | 805 | 3,147 | 1,427 | 4,519 | 2,050 | 5,891 | 2,672 | 7,263 | 3,294 | 8,635 | 3,917 | |
| 3" | 835 | 379 | 1,046 | 474 | 1,682 | 763 | 2,741 | 1,243 | 4,860 | 2,204 | 6,978 | 3,165 | 9,096 | 4,126 | 11,215 | 5,087 | 13,333 | 6,048 | |
| 4" | 1,437 | 652 | 1,802 | 817 | 2,896 | 1,314 | 4,720 | 2,141 | 8,368 | 3,796 | 12,016 | 5,450 | 15,664 | 7,015 | 19,312 | 8,760 | 22,960 | 10,414 | |

NOTE: Steam capacity (lb/hr) based on approximately 6,000 ft/min (100 ft/sec).

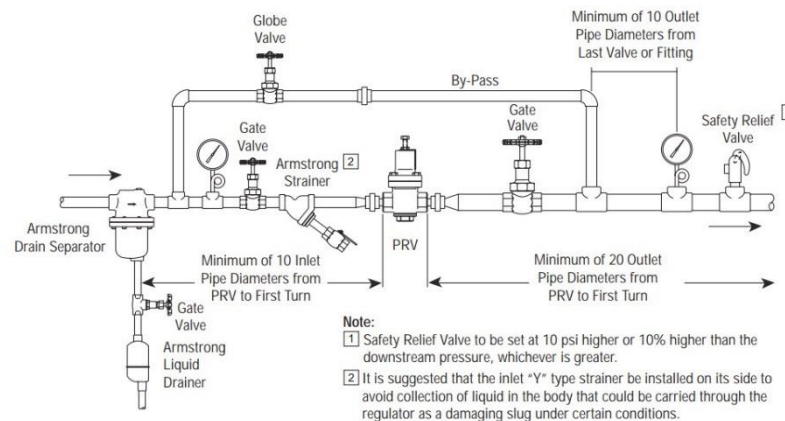
Piping/Installation

Always mount the drain separator in a horizontal pipe, with the drain discharge port facing downward. Be sure to install a trap device below the drain discharge port. The top of the trap should be lower than the separator's drain discharge port.

Typical Installation for Steam Application



Typical Installation for Air Application



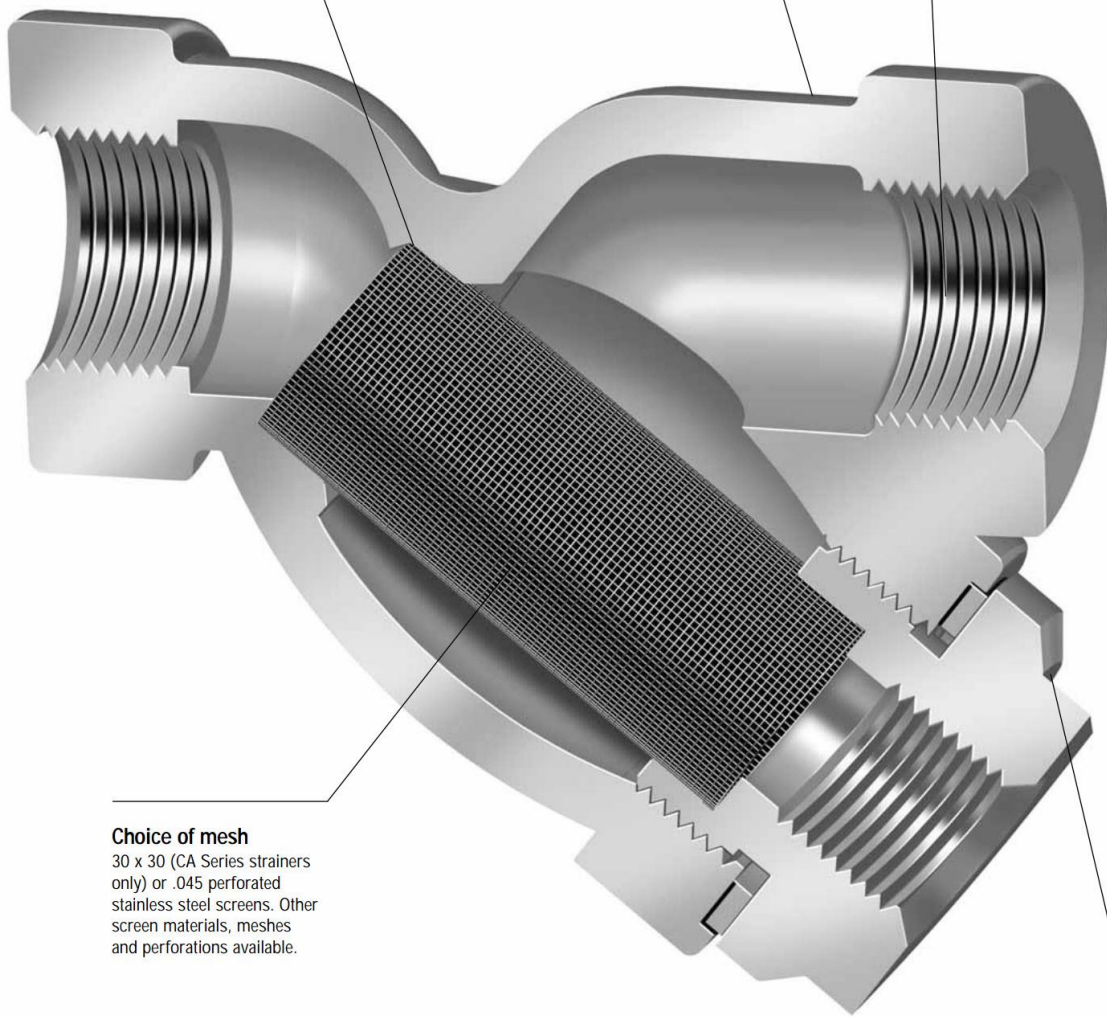
ANEXO - 0029. Filtros red de vapor



Tight seating
Both ends of the chamber are precisely machined to provide perfectly round and smooth seating surfaces as well as fixed chamber length. The screen seats snugly on the machined surface so no particle larger than the screen opening can escape around the end of the screen.

Choice of body materials
Cast iron, carbon steel, chrome moly, forged steel, stainless steel, bronze.

Connection configurations available
Select screwed, socketweld or flanged.



Choice of mesh
30 x 30 (CA Series strainers only) or .045 perforated stainless steel screens. Other screen materials, meshes and perforations available.

Easy-in, easy-out screwed screen retainers
Straight threads mean less torque is required to obtain a tight seal with proper gasket compression, and less torque is required to remove the retainer. The danger of "freezing in" is considerably less than with hard-to-break tapered pipe threads.

Strainers



Armstrong Y-Type Strainers

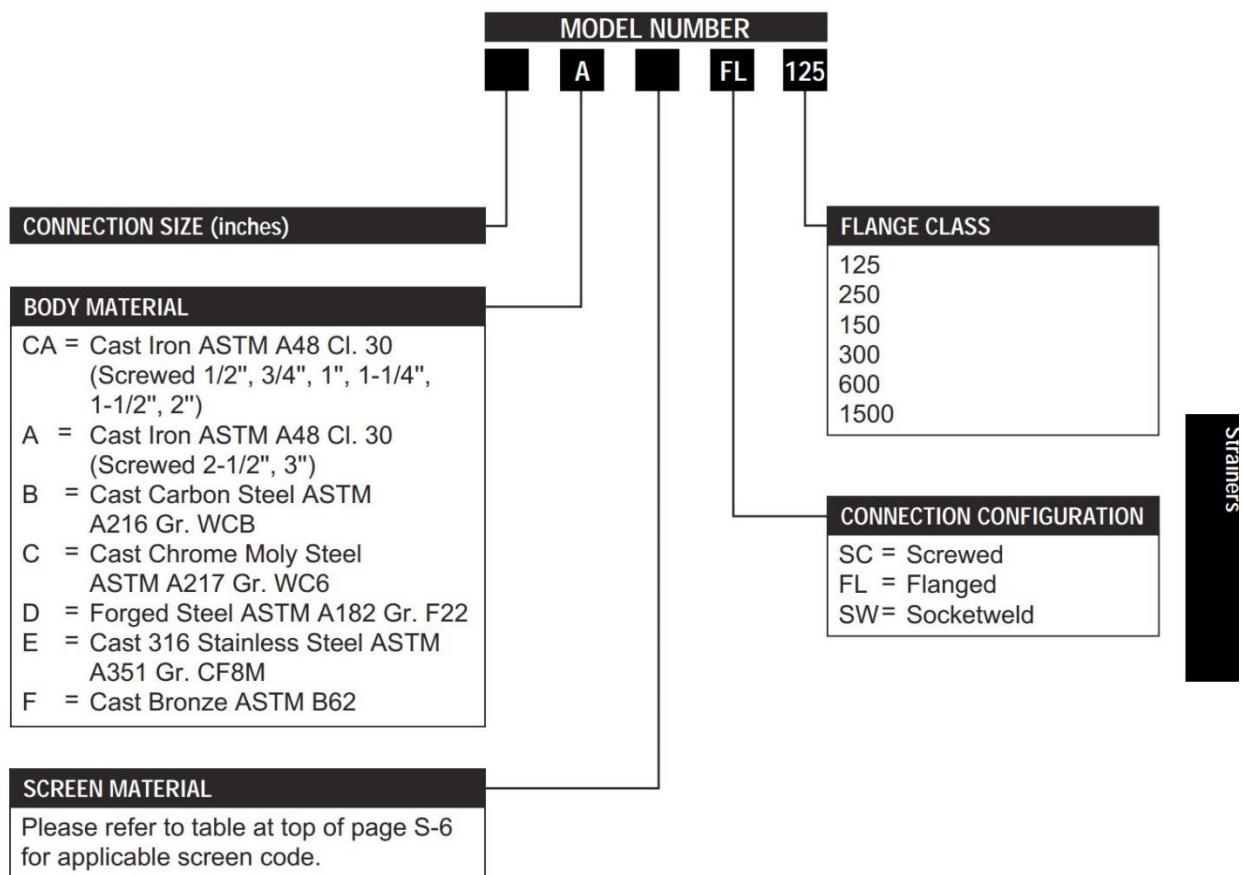
Design Advantages

No-Leak, No-Crush Screen Chambers are assured by precise machining of both ends of the chamber to provide perfectly round and smooth seating surfaces as well as fixed chamber length. The screen seats snugly on the machined surface so no particle larger than the screen opening can escape around the end of the screen.

Easy-In, Easy-Out Screwed Screen Retainers have straight threads. Less torque is required to obtain a tight seal with proper gasket compression. Less torque is required to remove the retainer. The danger of "freezing in" is considerably less than with hard-to-break tapered pipe threads.

Off-Center Blowdown Connections for 2-1/2" and 3" size strainers. The off-center drain permits nearly complete removal of liquid and dirt when blowing down the strainer. And less liquid spills when removing the screen retainer.

How To Order



Armstrong® Strainers ID Charts

| Illustration | Model | Connection Size | Connection Type | Body Material | Pressure Temperature Ratings | | Located on Page | |
|--------------|-------|------------------------------------|-------------------------------|--|-------------------------------------|----------------------|--------------------|--------------------|
| | | | | | Steam Non-shock | Cold Non-shock | | |
| | CA | 1/2", 3/4", 1", 1-1/4", 1-1/2", 2" | Screwed | Cast Iron ASTM-A48 Class 30 | 250 psig @ 406°F | 400 psig @ 150°F | S-7 | |
| | A | 2-1/2", 3" | | | | | S-7 | |
| | A | 2" | 125 Flanged | | 125 psig @ 353°F | 175 psig @ 150°F | S-8 | |
| | A | 2-1/2" - 10" | | | | | S-8 | |
| | A | 2" | 250 Flanged | | 250 psig @ 400°F | 400 psig @ 150°F | S-8 | |
| | A | 2-1/2" - 8" | | | | | S-8 | |
| | B | 1/2", 3/4", 1" | Screwed & Socketweld 900 lb | | 1,635 psig @ 609°F | 2,220 psig @ 100°F | S-9 | |
| | B | 1-1/4", 1-1/2", 2", 3" | Screwed & Socketweld 600 lb | | 1,135 psig @ 562°F | 1,480 psig @ 100°F | S-9 | |
| | B | 1/2", 3/4", 1" | Class 150 Flanged | | Cast Carbon Steel ASTM-A216 Gr. WCB | 205 psig @ 390°F | 285 psig @ 100°F | S-10 |
| | B | 1-1/4", 1-1/2", 2", 3" | | | | | | S-10 |
| | B | 4", 6" | | S-10 | | | | |
| | B | 1/2", 3/4", 1" | Class 300 Flanged | 605 psig @ 490°F | | 740 psig @ 100°F | S-10 | |
| | B | 1-1/4", 1-1/2", 2", 3" | | | | | S-10 | |
| | B | 4", 6" | | | | | S-10 | |
| | B | 1/2", 3/4", 1" | Class 600 Flanged | 1,135 psig @ 562°F | | 1,480 psig @ 100°F | S-10 | |
| | B | 1-1/4", 1-1/2", 2", 3" | | | | | S-10 | |
| | B | 4" | | | | | S-10 | |
| | B | 4" | | | | | S-10 | |
| | C | 1/2", 3/4", 1" | Screwed & Socketweld 1,500 lb | Cast Chrome Moly Steel ASTM-A217 Gr. WC6 | 2,090 psig @ 643°F | 3,000 psig @ 100°F | S-11 | |
| | C | 1-1/4", 1-1/2", 2" | | | | | 2,515 psig @ 670°F | 3,600 psig @ 100°F |
| | C | 1/2", 3/4", 1" | Class 1,500 Flanged | | 2,090 psig @ 643°F | 3,000 psig @ 100°F | S-11 | |
| | C | 1-1/4", 1-1/2", 2" | | | 2,515 psig @ 670°F | 3,600 psig @ 100°F | S-11 | |
| | D | 1/2", 3/4", 1", 1-1/4", 1-1/2", 2" | Socketweld 2,500 lb | | Forged Steel ASTM-A182 Gr. F22 | 2,500 psig @ 1,025°F | 6,000 psig @ 100°F | S-12 |

Strainers



Strainers ID Charts

| Illustration | Model | Connection Size | Connection Type | Body Material | Pressure Temperature Ratings | | Located on Page | |
|--------------|-------|------------------------|-------------------------------|--|------------------------------|--------------------|------------------|------|
| | | | | | Steam Non-shock | Cold Non-shock | | |
| | E | 1/2", 3/4", 1" | Screwed & Socketweld 1,500 lb | Cast Stainless Steel ASTM-A351 Gr. CF8M | 2,090 psig @ 643°F | 3,000 psig @ 100°F | S-13 | |
| | E | 1-1/4", 1-1/2", 2", 3" | Screwed & Socketweld 600 lb | | 935 psig @ 538°F | 1,140 psig @ 100°F | S-13 | |
| | E | 1/2", 3/4", 1" | Class 150 Flanged | | 200 psig @ 386°F | 275 psig @ 100°F | S-14 | |
| | E | 1-1/2", 2", 3" | | | S-14 | | | |
| | E | 4", 6" | | | S-14 | | | |
| | E | 1/2", 3/4", 1" | Class 300 Flanged | | 495 psig @ 467°F | 720 psig @ 100°F | S-14 | |
| | E | 1-1/2", 2", 3" | | | S-14 | | | |
| | E | 4", 6" | | | S-14 | | | |
| | E | 1/2", 3/4", 1" | Class 600 Flanged | | 935 psig @ 540°F | 1,440 psig @ 100°F | S-14 | |
| | E | 1-1/2", 2", 3" | | | S-14 | | | |
| E | 4" | S-14 | | | | | | |
| | F | 1/2", 3/4", 1", 1-1/4" | Screwed 300 lb | | Cast Bronze ASTM-B62 | 300 psig @ 422°F | 500 psig @ 150°F | S-15 |
| | F | 1-1/2", 2" | | | | | | S-15 |

ANEXO - 0030. Soporte de tuberías de vapor y Retorno de Condensado

Tabla 3.1 Distancia entre soportes

Tabla para determinar el claro entre soportes para tubería de acero al carbón cédula 40:

| Nominal Pipe Size | Schedule (Wall Thickness) | Corrosion Allowance | Pipe + Vapour Insulation | | | | | | Pipe + Liquid + Insulation | | | | | | Bare Pipe (Empty) | | Bare Pipe (Water Filled) | | Nominal Pipe Size |
|-------------------|---------------------------|---------------------|--------------------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|----------------------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|-------------------|--------|--------------------------|--------|-------------------|
| | | | Up To 175°C | | 176 To 315°C | | 316 To 400°C | | Up To 175°C | | 176 To 315°C | | 316 To 400°C | | Up To 175°C | | Up To 175°C | | |
| | | | Span | Weight | Span | Weight | Span | Weight | Span | Weight | Span | Weight | Span | Weight | Span | Weight | Span | Weight | |
| | | | M | KG/M | M | KG/M | M | KG/M | M | KG/M | M | KG/M | M | KG/M | M | KG/M | M | KG/M | |
| 3/4" | 40 | 1,27 | 3,5 | 2,60 | 3,5 | 3,72 | *2,5 | 6,44 | 3,5 | 2,95 | *3,0 | 4,06 | *2,0 | 6,79 | 4,0 | 1,69 | 3,4 | 2,04 | 3/4" |
| 1" | 40 | 1,27 | 4,0 | 3,53 | 4,0 | 4,81 | *3,0 | 7,62 | 4,0 | 4,08 | 3,5 | 5,36 | *2,5 | 8,17 | 5,0 | 2,50 | 4,0 | 3,06 | 1" |
| 1 1/2" | 40 | 1,27 | 5,5 | 5,33 | 5,0 | 6,71 | *4,0 | 10,07 | 5,0 | 6,64 | 4,5 | 8,02 | *3,5 | 11,38 | 6,0 | 4,05 | 5,0 | 5,37 | 1 1/2" |
| 2" | 40 | 2,54 | 5,5 | 7,29 | 5,5 | 10,06 | *3,5 | 15,05 | 5,0 | 9,45 | 4,5 | 12,07 | *3,0 | 17,20 | 6,5 | 5,44 | 5,5 | 7,60 | 2" |
| 2 1/2" | 40 | 2,54 | 7,0 | 10,74 | 6,0 | 13,77 | *5,0 | 17,90 | 6,0 | 13,83 | 5,5 | 16,85 | *4,5 | 20,98 | 7,5 | 8,63 | 6,0 | 11,72 | 2 1/2" |
| 3" | 40 | 2,54 | 8,0 | 13,74 | 6,5 | 17,04 | *5,5 | 23,11 | 6,5 | 18,50 | 6,0 | 21,86 | *5,0 | 27,87 | 8,0 | 11,29 | 6,5 | 16,06 | 3" |
| 4" | 40 | 2,54 | 8,0 | 19,39 | 7,5 | 22,92 | 7,0 | 30,55 | 7,0 | 27,58 | 7,0 | 31,12 | *5,5 | 38,77 | 9,0 | 16,07 | 7,0 | 24,28 | 4" |
| 6" | 40 | 2,54 | 10 | 32,87 | 9,5 | 40,25 | 8,5 | 47,77 | 9,0 | 51,22 | 8,0 | 58,60 | *7,5 | 66,4 | 10,0 | 28,26 | 8,5 | 46,91 | 6" |
| 8" | 40 | 2,54 | 11,5 | 49,04 | 11,0 | 57,09 | 10,0 | 66,52 | 10,0 | 81,18 | 10,0 | 89,23 | *9,0 | 98,78 | 12,0 | 42,55 | 10,0 | 74,83 | 8" |
| 10" | 40 | 2,54 | 13,5 | 68,11 | 13,0 | 77,68 | 12,0 | 90,48 | 11,0 | 118,87 | 10,5 | 128,44 | *10,0 | 141,32 | 14,0 | 60,31 | 11,5 | 111,20 | 10" |
| 12" | STD | 2,54 | 14,5 | 85,02 | 14,0 | 93,90 | 13,0 | 107,98 | 11,5 | 157,98 | 11,5 | 166,87 | *11,0 | 180,95 | 15,0 | 73,88 | 12,0 | 146,87 | 12" |
| 14" | STD | 2,54 | 15,0 | 93,93 | 14,5 | 102,68 | 13,5 | 119,05 | 12,0 | 182,78 | 12,0 | 192,30 | *11,5 | 207,97 | 16,0 | 81,33 | 12,5 | 170,28 | 14" |
| 16" | STD | 2,54 | 16,0 | 107,45 | 15,0 | 117,12 | 14,0 | 136,17 | 13,0 | 225,01 | 12,5 | 234,86 | *11,5 | 253,91 | 17,0 | 93,27 | + 13,0 | 211,11 | 16" |
| 18" | STD | 2,54 | 17,0 | 120,84 | 16,5 | 132,45 | 15,0 | 152,83 | 13,5 | 271,44 | 13,0 | 283,05 | *12,0 | 302,87 | 18,0 | 105,16 | + 13,5 | 255,80 | 18" |
| 20" | STD | 2,54 | 18,0 | 134,23 | 17,0 | 146,14 | 16,0 | 169,65 | 14,0 | 321,74 | 13,5 | 333,16 | *12,5 | 356,67 | 19,0 | 117,15 | + 14,0 | 304,91 | 20" |
| 24" | STD | 2,54 | 20,0 | 161,02 | 19,0 | 175,31 | 17,5 | 202,84 | 14,5 | 434,54 | 14,0 | 449,57 | *13,0 | 476,58 | + 20,5 | 141,12 | + 15,0 | 415,39 | 24" |

Estas dimensiones están basadas en el código ASME B31.3 párrafo “320 ANALYSIS OF SUSTAINED LOADS”

De acuerdo con el párrafo “321.1.2 Analysis” estas tablas deben de ser usadas solo como guía, para servicio críticos se deben realizar los cálculos correspondientes.

Fuente: <http://www.pipersinc.com/distancia-entre-soportes/>

Tabla 3.2 Distancia entre soportes

Recomendaciones de soportes según el tipo de tubería

1. Sistemas Calientes $T > 49\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - a. $49 < T < 232\text{ }^{\circ}\text{C}$, Agua caliente, vapor a baja presión y ciertos procesos.
 - b. $232 < T < 343\text{ }^{\circ}\text{C}$ vapor industrial y sistemas de tuberías de agua caliente
 - c. $T < 400\text{ }^{\circ}\text{C}$, Planta de vapor de alta presión
2. A Temperatura ambiente, $21 < T < 49\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - a. Tuberías de aire y agua.

Soportes Recomendados (MSS SP-58, 2002)

| Tipo de tubería | Tipo de soporte MSS-SP-58 | Observaciones |
|-----------------|--|--|
| 1.a | 1 y 3 – 12. 45 y 43 – 46. 35 – 38. | Suspendidos. Inferior con rodillos. Deslizantes. |
| 1.b | 1, 3, 4, 42, 41 y 43 – 46. | Rodillos. |
| 1.c | 2, 3, 39, 41, 42– 47. | Por la alta temperatura deben estar hechos de materiales resistentes a la temperatura. |
| 2 | 1, 3 – 12, 35 – 38. | |
| 3 | 40. 1, 4, 6, 7, 9, 10, 11. | Se debe tener el soporte fuera del aislante. |

Fuente: Guzman Acosta, M. A. (2012). Manual de diseño para sistemas de tuberías y tanques atmosféricos de techo fijo. Sartenejas: Universidad Simón Bolívar.

Tabla 3.3 Diferentes tipos de Soporte MSS SP-58, 2002

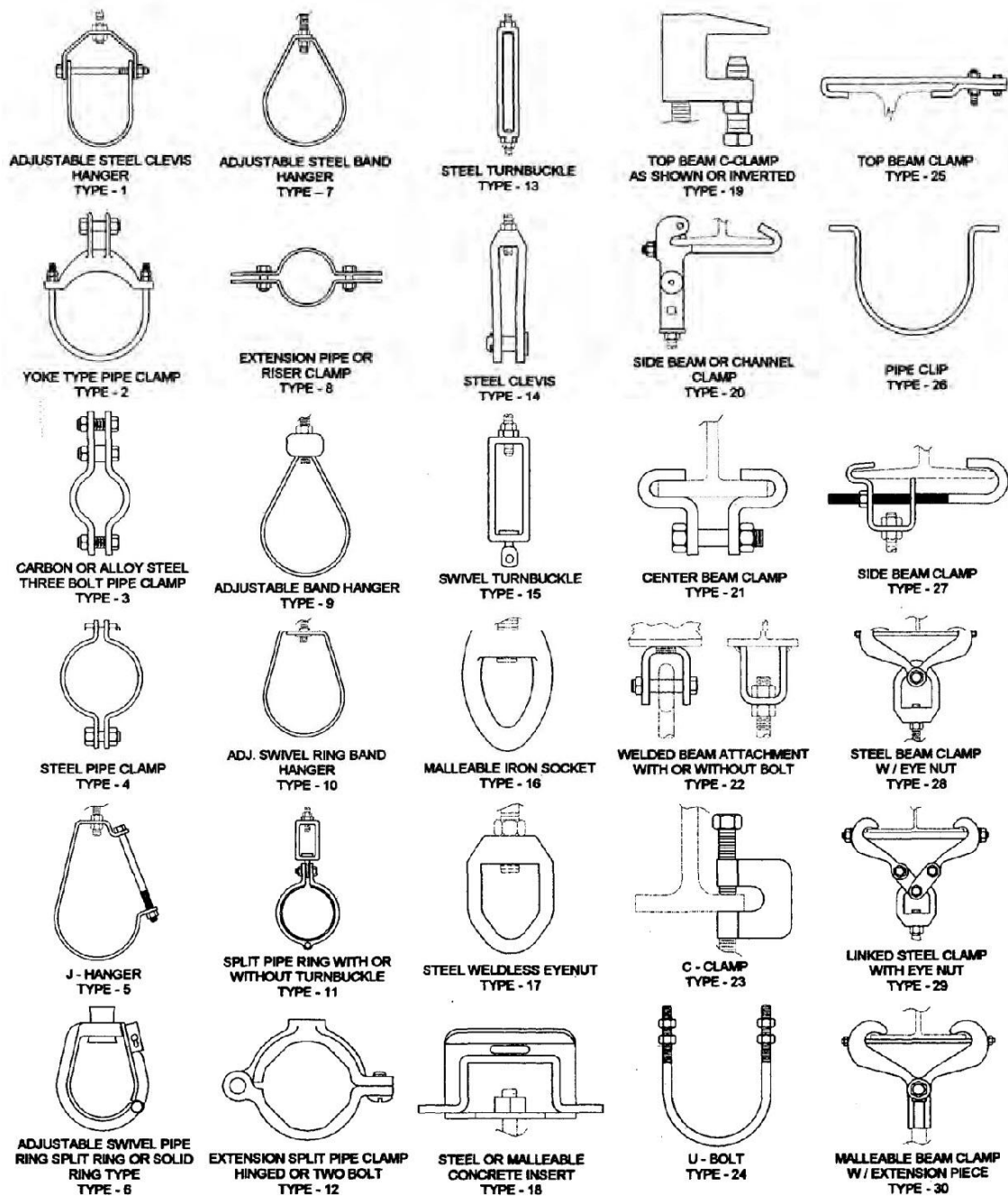


Figura 3.3 Diferentes tipos de soportes. (MSS SP-58, 2002)

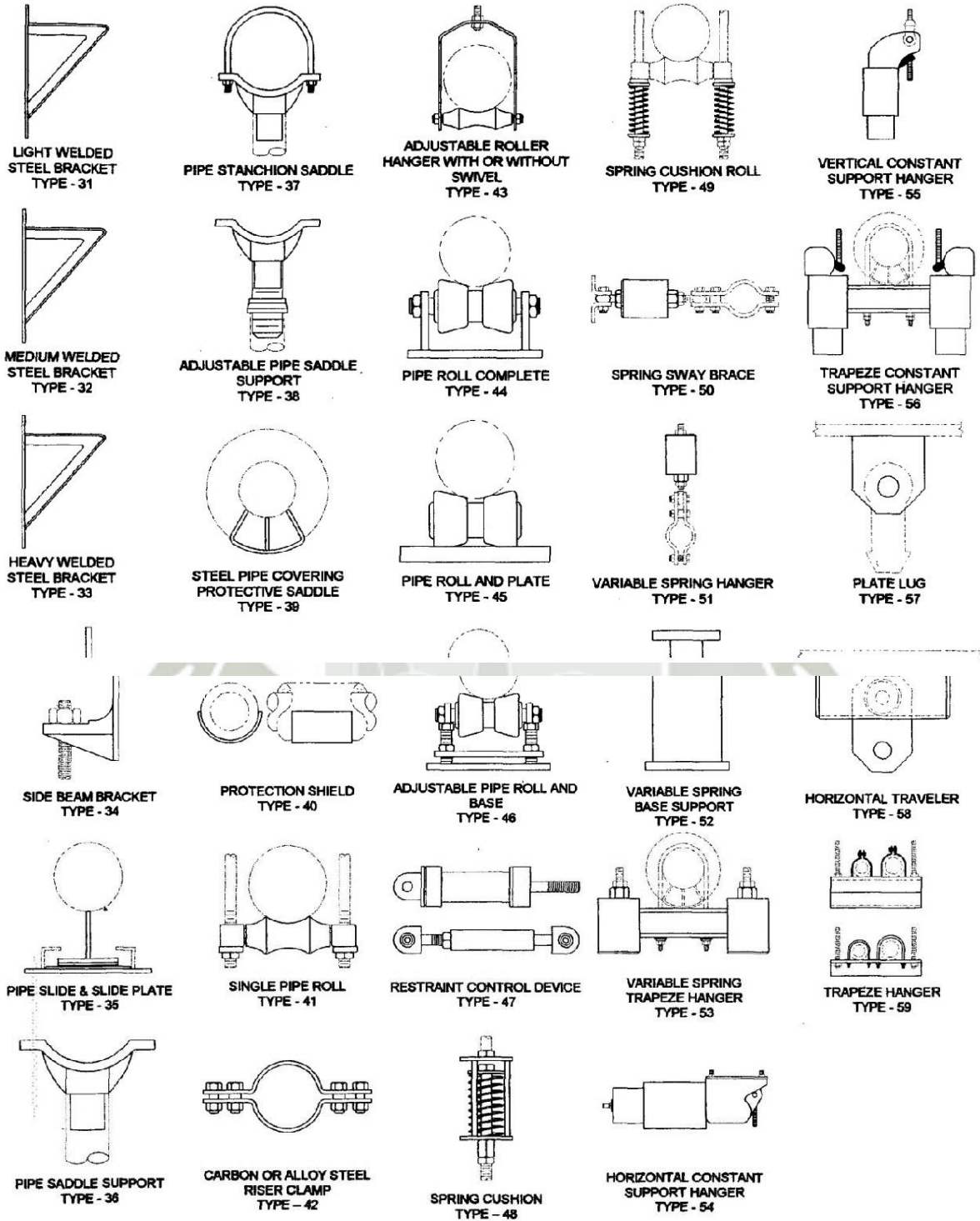
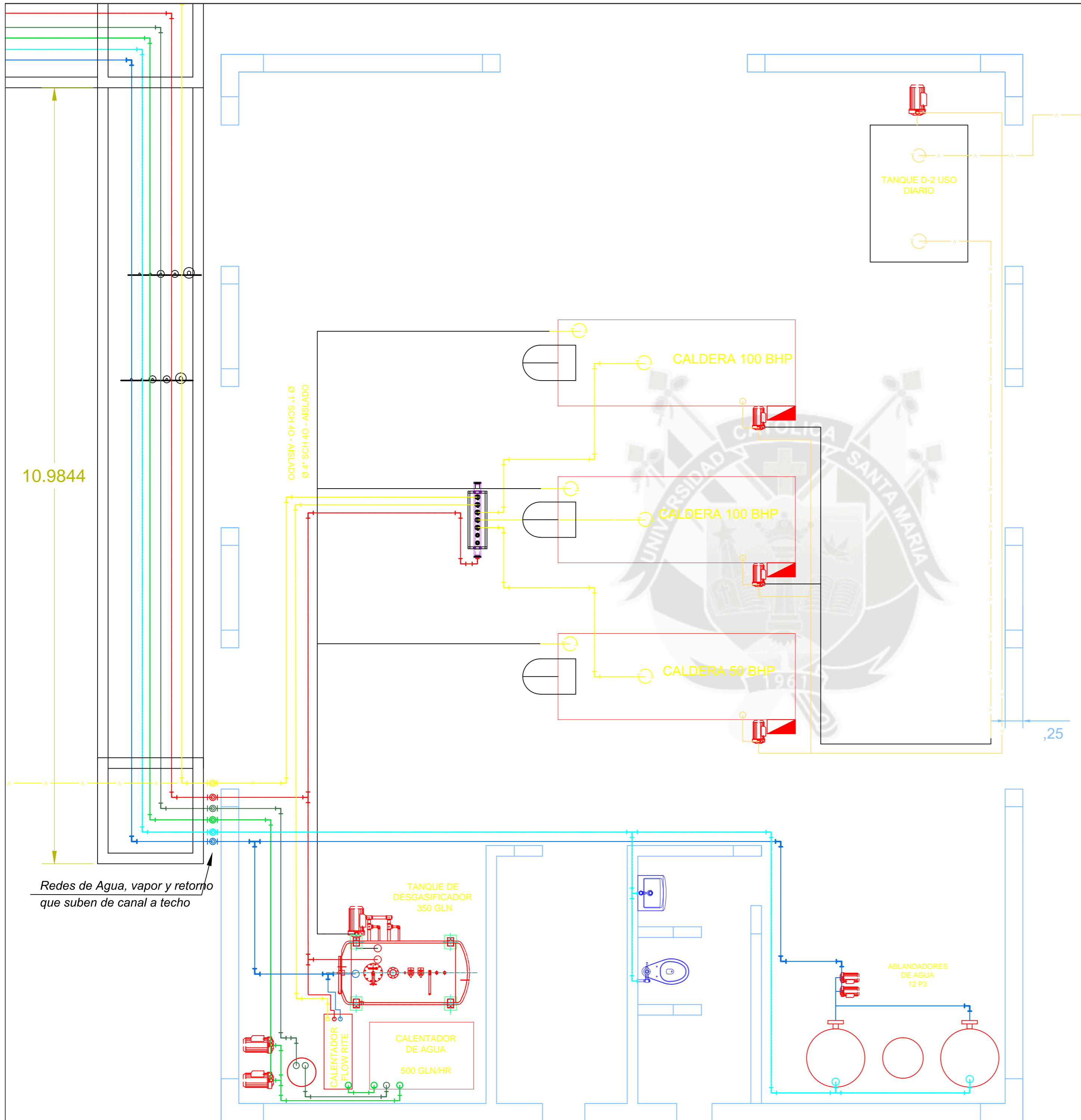


Figura 3.3 Diferentes tipos de soportes (continuación). (MSS SP-58, 2002)





| SALA DE GENERADORES DE VAPOR | |
|------------------------------|--|
| ITEM | DESCRIPCION DE EQUIPOS PRINCIPALES |
| 01 | GENERADORES DE VAPOR CANT 03(100BHP,50BHP) |
| 01 | EQUIPO ABLANDADOR DE AGUA 03 TANQUES |
| 01 | EQUIPO FLOW RITE AGUA CALIENTE SANITARIA |
| 01 | TANQUE DESGASIFICADOR |
| 01 | MANIFOLD PRINCIPAL DE DISTRIBUCION |

| | | |
|---|---|--|
|  | UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARÍA FACULTAD DE CS. INGENIERIAS FISICAS Y FORMALES ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA ELÉCTRICA AREQUIPA - PERU | PROYECTO DISEÑO DE LAS INSTALACIONES TERMICAS CON COMBUSTIBLE DUAL EN EL HOSPITAL CENTRAL DEL DISTRITO DE MAJES |
| | PROFESIONAL DIBUJO Bach. Fredy Huamani Aquima | PLANO SALA DE GENERADORES DE VAPOR |
| REVISION & IDS NORMAS REV 01 & ISA | ESPECIALIDAD INSTALACIONES TERMICAS | PROFESIONAL REVISION Ing. Camilo Fernández Barriga |
| ESCALA 1:50 | FECHA 10 Enero 2015 | N° PLANO 0003 |
| | | PROFESIONAL APROBACION Ing. Carlos Gordillo Andia |

11.7523

en canal

1.5000



TRATAMIENTO DE DESECHOS

Ingreso de vapor tub. de sch.40 Ø1 1/2"

TRATAMIENTO DE RESIDUOS




TRATAMIENTO DE DESECHOS

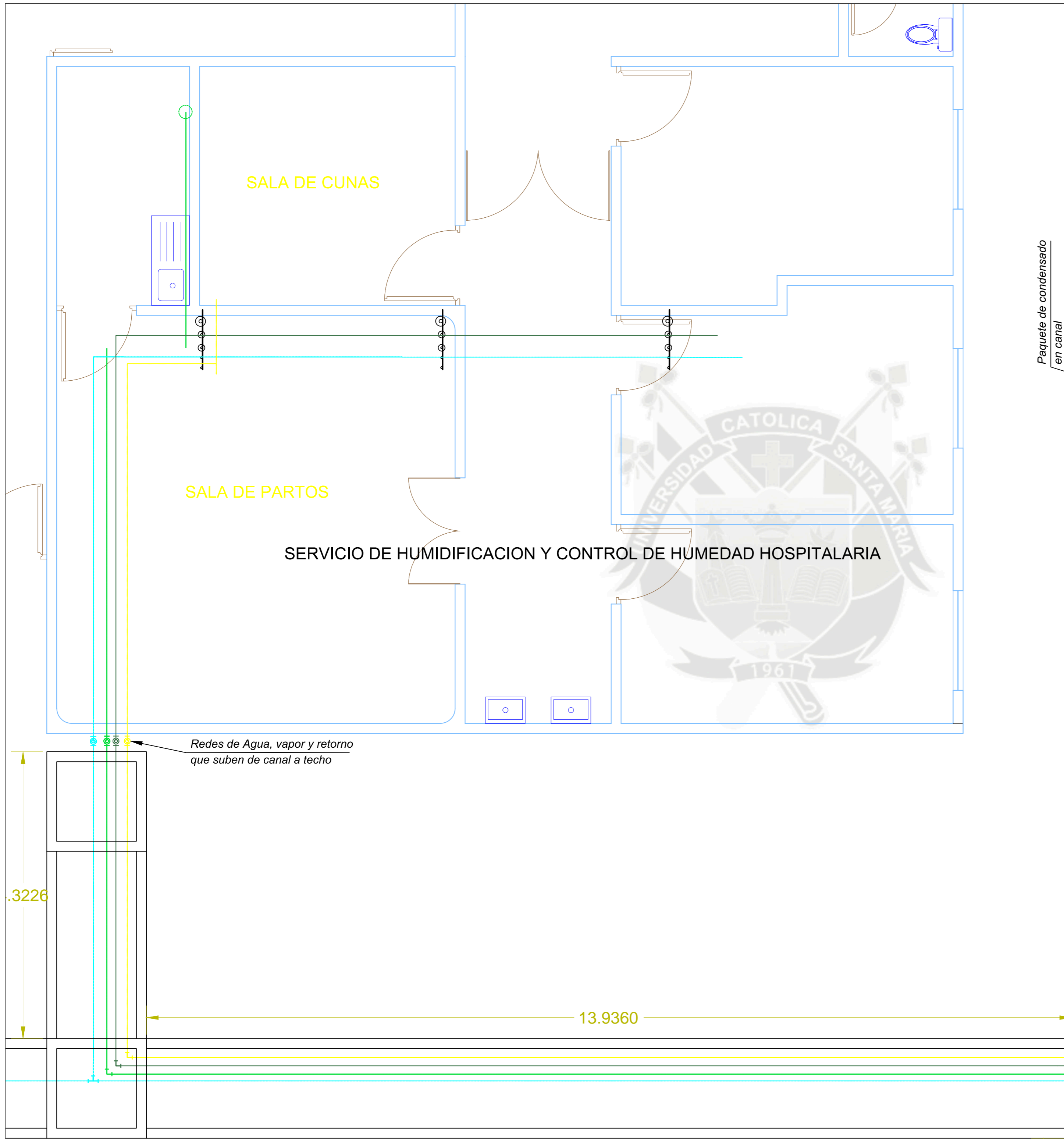
Ingreso de vapor tub. de sch.40 Ø1 1/2"

Redes de vapor y retorno que suben de canal a techo

SERVICIO DE DESECHOS HOSPITALARIOS

| ITEM | DESCRIPCION DE EQUIPOS PRINCIPALES |
|------|--|
| 01 | ESTERILIZADORES DE VAPOR CON TRITURADORA |
| 01 | ESTERILIZADORES DE VAPOR CON TRITURADORA |

| | | |
|---|---|--|
|  | UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARÍA FACULTAD DE CS. INGENIERIAS FISICAS Y FORMALES ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA ELÉCTRICA AREQUIPA - PERU | PROYECTO DISEÑO DE LAS INSTALACIONES TERMICAS CON COMBUSTIBLE DUAL EN EL HOSPITAL CENTRAL DEL DISTRITO DE MAJES |
| | PROFESIONAL DIBUJO Bach. Fredy Huamani Aquima | PLANO SERVICIO DE DESECHOS HOSPITALARIOS |
| REVISION & IDS NORMAS REV 01 & ISA | ESPECIALIDAD INSTALACIONES TERMICAS | PROFESIONAL REVISION Ing. Camilo Fernandez Barriga |
| ESCALA 1:50 | FECHA 10 Enero 2015 | N° PLANO 0004 |
| | | PROFESIONAL APROBACION Ing. Carlos Gordillo Andia |



Paquete de condensado
en canal

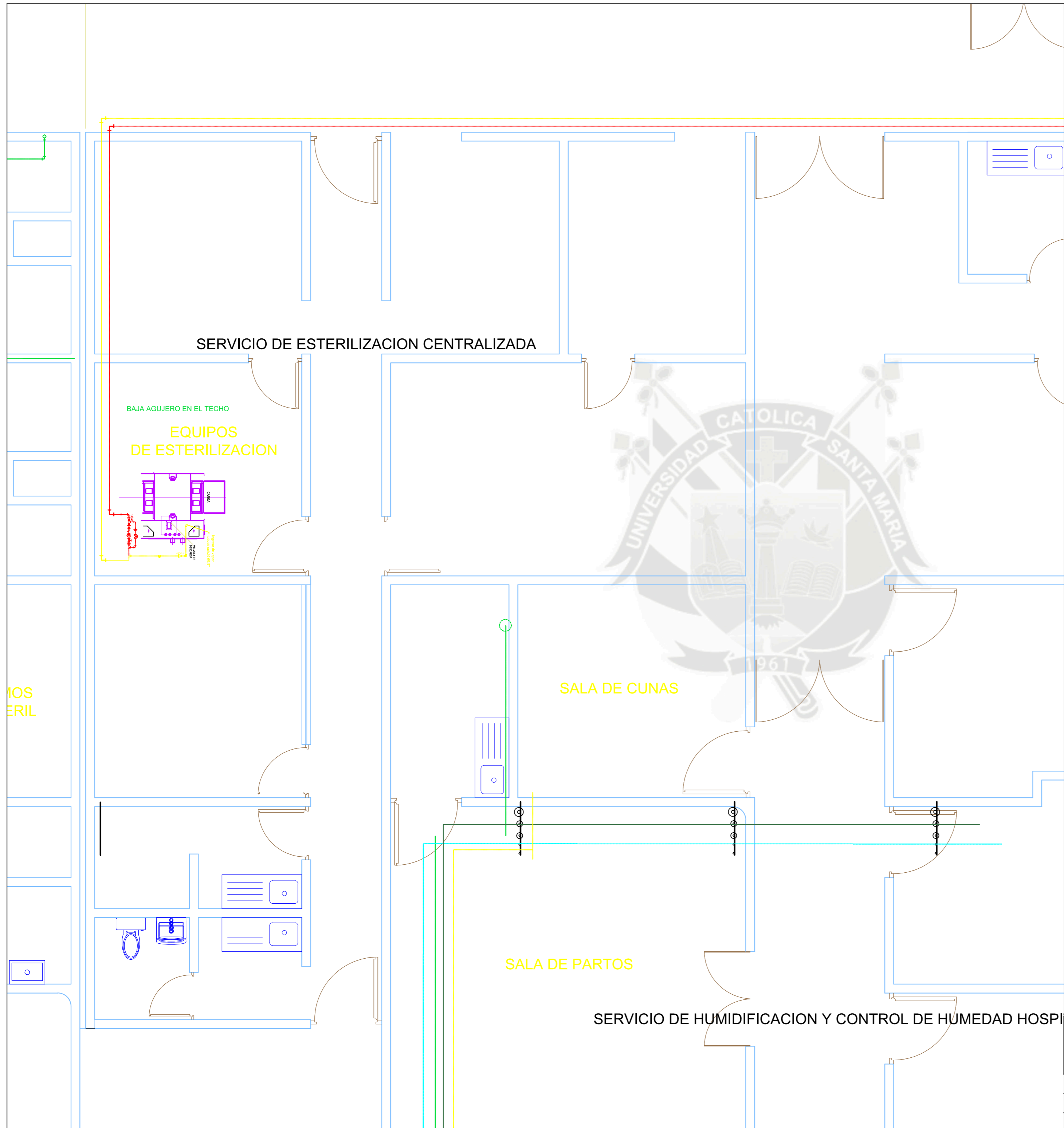
| SERVICIO DE HUMIDIFICACION Y CONTROL HUMEDAD | |
|--|------------------------------------|
| ITEM | DESCRIPCION DE EQUIPOS PRINCIPALES |
| 01 | HUMIDIFICADOR DE VAPOR VIVO 1 |
| 01 | HUMIDIFICADOR DE VAPOR VIVO 2 |

Redes de Agua, vapor y retorno
que suben de canal a techo

3.3226

13.9360

| | | |
|---|---|---|
|  | UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARÍA FACULTAD DE CS. INGENIERIAS FISICAS Y FORMALES ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA ELÉCTRICA AREQUIPA - PERU | PROYECTO DISEÑO DE LAS INSTALACIONES TERMICAS CON COMBUSTIBLE DUAL EN EL HOSPITAL CENTRAL DEL DISTRITO DE MAJES |
| | PROFESIONAL DIBUJO Bach. Fredy Huamani Aquima | ESPECIALIDAD INSTALACIONES TERMICAS |
| REVISION & IDS NORMAS REV 01 & ISA | ESPECIALIDAD INSTALACIONES TERMICAS | PROFESIONAL REVISION Ing. Camilo Fernandez Barriga |
| ESCALA 1:25 | FECHA 10 Enero 2015 | N° PLANO 0006 |
| | | PROFESIONAL APROBACION Ing. Carlos Gordillo Andia |



SERVICIO DE ESTERILIZACION CENTRALIZADA


BAJA AGUJERO EN EL TECHO
EQUIPOS DE ESTERILIZACION

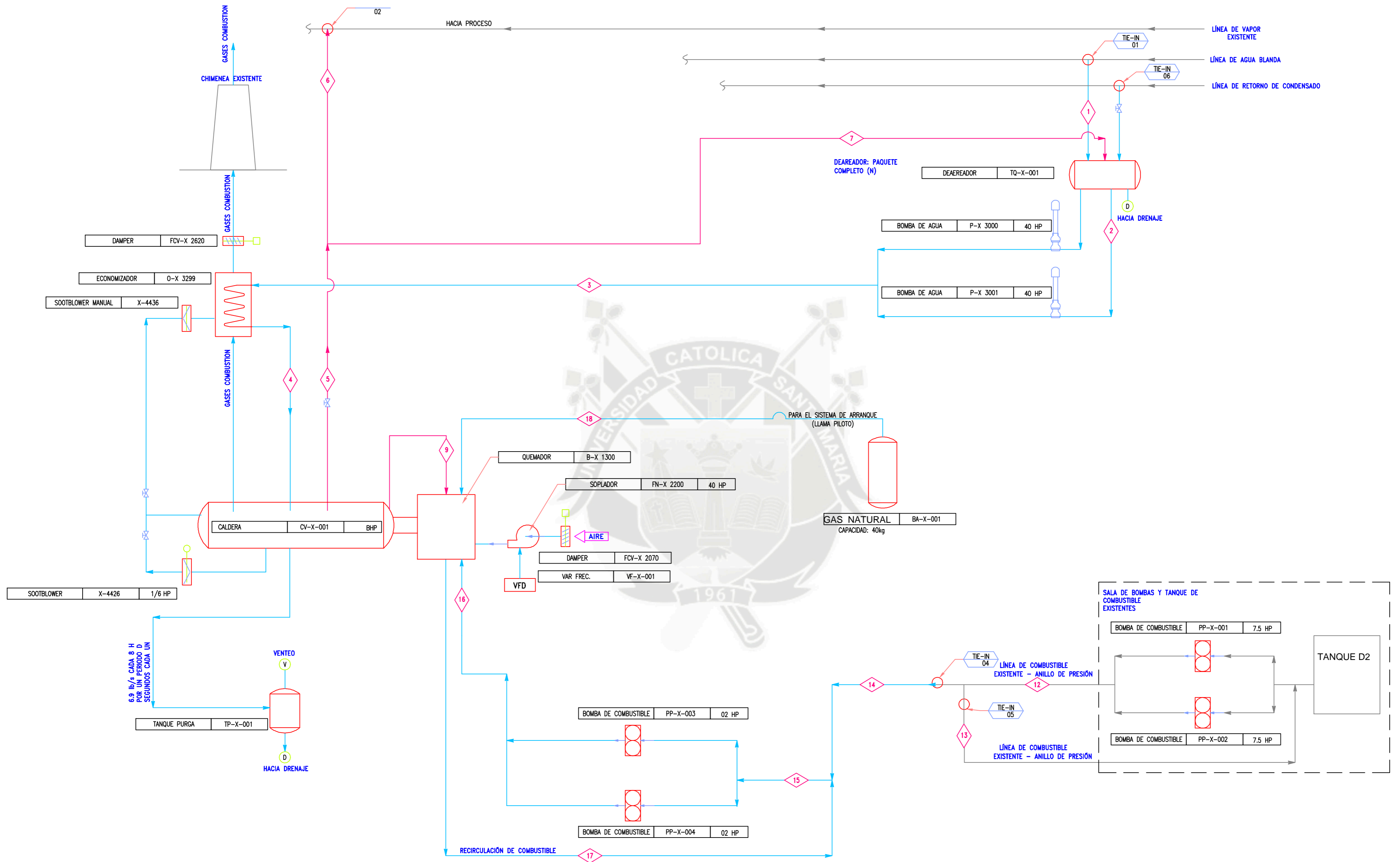
SALA DE CUNAS


SALA DE PARTOS

SERVICIO DE HUMIDIFICACION Y CONTROL DE HUMEDAD HOSPI

| SERVICIO DE ESTERILIZACION CENTRALIZADA | |
|---|------------------------------------|
| ITEM | DESCRIPCION DE EQUIPOS PRINCIPALES |
| 01 | ESTERILIZADOR A VAPOR |
| 01 | NO RETORNA CONDENSADO |

| | | |
|---|---|--|
|  | UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARÍA FACULTAD DE CS. INGENIERIAS FISICAS Y FORMALES ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA ELÉCTRICA AREQUIPA - PERU | PROYECTO DISEÑO DE LAS INSTALACIONES TERMICAS CON COMBUSTIBLE DUAL EN EL HOSPITAL CENTRAL DEL DISTRITO DE MAJES |
| | PROFESIONAL DIBUJO Bach. Fredy Huamani Aquima | PLANO SERVICIO CENTRAL DE ESTERILIZACION |
| REVISION & IDS NORMAS REV 01 & ISA | ESPECIALIDAD INSTALACIONES TERMICAS | PROFESIONAL REVISION Ing. Camilo Fernandez Barriga |
| ESCALA 1:50 | FECHA 10 Enero 2015 | N° PLANO 0007 PROFESIONAL APROBACION Ing. Carlos Gordillo Andia |

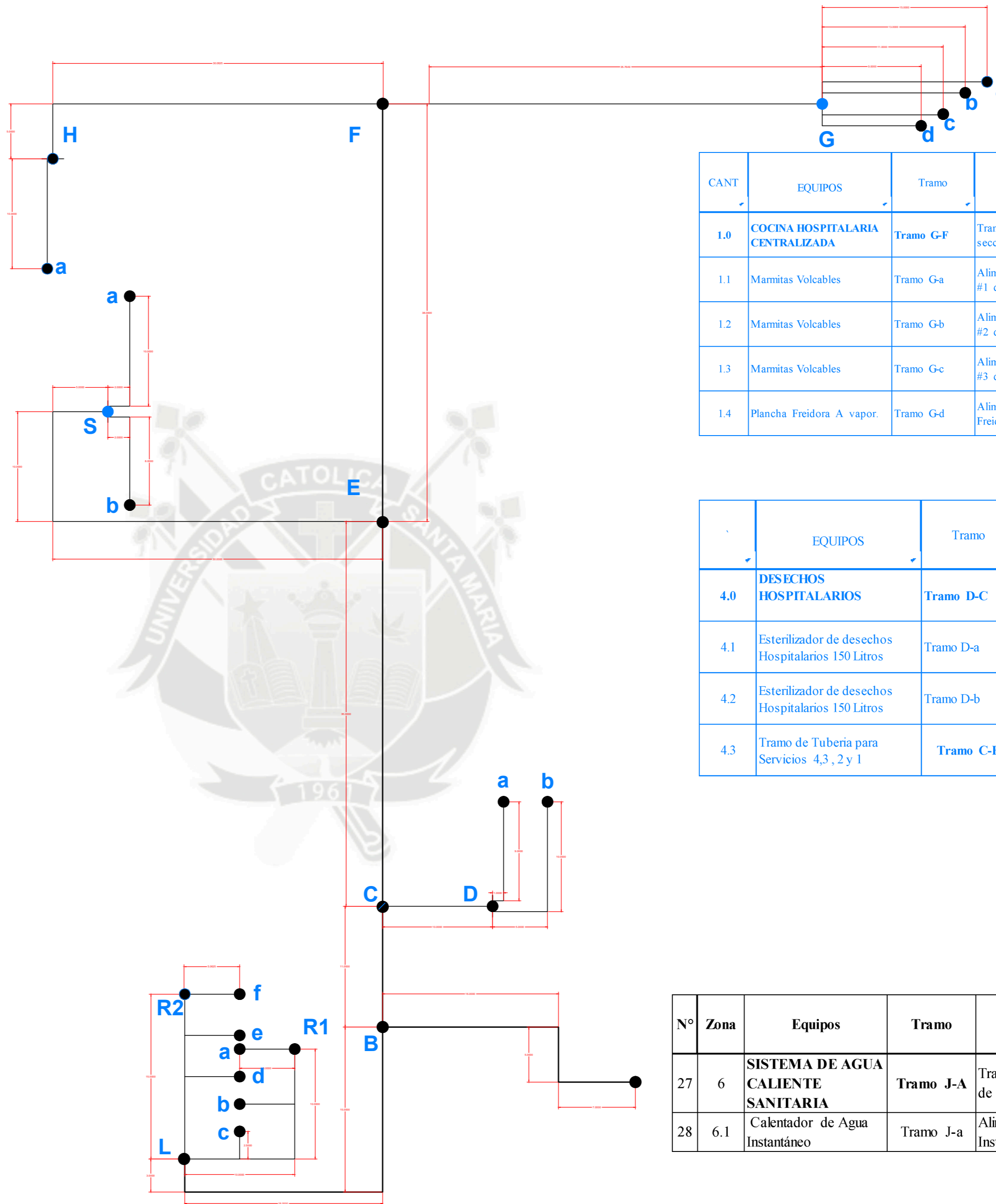


| | | | |
|---|---|---|--|
|  | UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARÍA FACULTAD DE CS. INGENIERIAS FISICAS Y FORMALES ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA ELÉCTRICA AREQUIPA - PERU | | PROYECTO DISEÑO DE LAS INSTALACIONES TERMICAS CON COMBUSTIBLE DUAL EN EL HOSPITAL CENTRAL DEL DISTRITO DE MAJES |
| | PROFESIONAL DIBUJO Bach. Fredy Huamani Aquima | | PLANO DIAGRAMA DE PROCESO DE LAS INSTALACIONES TERMICAS |
| REVISION & IDS NORMAS REV 01 & ISA | ESPECIALIDAD INSTALACIONES TERMICAS | PROFESIONAL REVISION Ing. Camilo Fernández Barriga | |
| ESCALA S/E | FECHA 10 Enero 2015 | N° PLANO 0008 | PROFESIONAL APROBACION Ing. Carlos Gordillo Andia |

| CANT | EQUIPOS | Tramo | Descripción | Consumo Equipo (kg/hr) | PRESION DEL VAPOR (bar) r |
|------|---------------------------------------|------------------|---|------------------------|---------------------------|
| 2.0 | CENTRAL DE ESTERILIZACIÓN | Tramo H-F | Tramo principal que alimenta a toda la sección de Esterilizador de instrumentos. | 121.000 | 10.000 |
| 2.1 | Esterilizador 314 Litros | Tramo H-a | Alimentación de vapor para Esterilizador de vapor 314 Litros. | 121.000 | 10.000 |
| 2.2 | Tramo de Tubería para Servicios 1 y 2 | Tramo F-E | Alimentación de vapor para Central de Esterilización y Cocina Hospitalaria Centralizada | 351.360 | 10.000 |

| | EQUIPOS | Tramo | Descripción | Consumo Equipo (kg/hr) | PRESION DEL VAPOR (bar) r |
|-----|---|------------------|--|------------------------|---------------------------|
| 3.0 | HUMIDIFICACIÓN Y CONTROL DE HUMEDAD HOSPITALARIO | Tramo S-E | Tramo principal que alimenta a toda la sección de humidificación y control de humedad hospitalario | 127.000 | 10.000 |
| 3.1 | Humidificador #1 | Tramo S-a | Alimentación de vapor para Humidificador #1 | 63.500 | 4.000 |
| 3.2 | Humidificador #2 | Tramo B-b | Alimentación de vapor para Humidificador #2 | 63.500 | 4.000 |
| 3.3 | Tramo de Tubería para Servicios 3, 2 y 1 | Tramo E-C | Alimentación de vapor para Central de Esterilización y Cocina Hospitalaria Centralizada | 478.360 | 10.000 |

| | EQUIPOS | Tramo | Descripción | Consumo Equipo (kg/hr) | PRESION DEL VAPOR (bar) r |
|-----|--|------------------|---|------------------------|---------------------------|
| 5.0 | LAVANDERÍA HOSPITALARIA CENTRALIZADA. | Tramo L-B | Tramo principal que alimenta a toda la sección de Lavandería. | 425.620 | 10.000 |
| 5.1 | Lavadora Barrera Sanitaria(49Kg) | Tramo L-a | Alimentación de vapor para Lavadora #1 de 49 kg. | 72.000 | 8.500 |
| 5.2 | Lavadora Barrera Sanitaria(49Kg) | Tramo L-b | Alimentación de vapor para Lavadora #2 de 49 kg. | 72.000 | 8.500 |
| 5.3 | Secadora Rotativa (34Kg) | Tramo L-c | Alimentación de vapor para Secadora #1 de 34 kg. | 149.640 | 8.500 |
| 5.4 | Calandria Prendas Planas | Tramo L-d | Alimentación de vapor para Calandria para prendas planas. | 93.580 | 8.500 |
| 5.5 | Prensa para Prendas forma | Tramo L-e | Alimentación de vapor para Prensa prendas planas. | 24.000 | 8.500 |
| 5.6 | Plancha para Prendas forma | Tramo L-f | Alimentación de vapor para Plancha prendas planas. | 14.400 | 8.500 |
| 5.7 | Equipos de Lavado y Secado | Ramal #1 Lav | Alimenta 5.1 - 5.2 - 5.3 | 293.640 | 8.500 |
| 5.8 | Equipos de Planchado | Ramal #2 Lav | Alimenta 5.4 - 5.5 - 5.6 | 131.980 | 8.500 |



| CANT | EQUIPOS | Tramo | Descripción | Consumo Equipo (kg/hr) | PRESION DEL VAPOR (bar) r |
|------|---|------------------|---|------------------------|---------------------------|
| 1.0 | COCINA HOSPITALARIA CENTRALIZADA | Tramo G-F | Tramo principal que alimenta a toda la sección de servicio Central de cocina. | 230.360 | 10.000 |
| 1.1 | Marmitas Volcables | Tramo G-a | Alimentación de vapor para Marmita #1 de 100 Litros. | 69.800 | 1.500 |
| 1.2 | Marmitas Volcables | Tramo G-b | Alimentación de vapor para Marmita #2 de 100 Litros. | 69.800 | 1.500 |
| 1.3 | Marmitas Volcables | Tramo G-c | Alimentación de vapor para Marmita #3 de 50 Litros. | 61.960 | 1.500 |
| 1.4 | Plancha Freidora A vapor. | Tramo G-d | Alimentación de vapor para Plancha Freidora. | 28.800 | 1.500 |

| | EQUIPOS | Tramo | Descripción | Consumo Equipo (kg/hr) |
|-----|--|------------------|---|------------------------|
| 4.0 | DESECHOS HOSPITALARIOS | Tramo D-C | Tramo principal que alimenta a toda la sección de Desechos Hospitalarios. | 72.000 |
| 4.1 | Esterilizador de desechos Hospitalarios 150 Litros | Tramo D-a | alimenta a toda la sección de Desechos Hospitalarios. | 36.000 |
| 4.2 | Esterilizador de desechos Hospitalarios 150 Litros | Tramo D-b | alimenta a toda la sección de Desechos Hospitalarios. | 36.000 |
| 4.3 | Tramo de Tubería para Servicios 4,3, 2 y 1 | Tramo C-B | Alimentación de vapor para Central de Esterilización y Cocina Hospitalaria Centralizada | 550.360 |

| Nº | Zona | Equipos | Tramo | Descripción | Consumo Equipo [kg/hr] |
|----|------|---|------------------|---|------------------------|
| 27 | 6 | SISTEMA DE AGUA CALIENTE SANITARIA | Tramo J-A | Tramo principal que alimenta a toda la sección de servicio Calentamiento de Agua. | 208.000 |
| 28 | 6.1 | Calentador de Agua Instantáneo | Tramo J-a | Alimentación de vapor para el calentador Instantáneo. | 208.000 |

| | | |
|---------------------------------------|---|--|
| | UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARÍA FACULTAD DE CS. INGENIERIAS FISICAS Y FORMALES ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA ELÉCTRICA AREQUIPA - PERU | PROYECTO DISEÑO DE LAS INSTALACIONES TERMICAS CON COMBUSTIBLE DUAL EN EL HOSPITAL CENTRAL DEL DISTRITO DE MAJES |
| | PROFESIONAL DIBUJO Bach. Frey Huamani Aquima | PLANO ESQUEMA DE DISTRIBUCION DE VAPOR Y RETORNO DE CONDENSADO |
| REVISION & IDS NORMAS REV 01 & ISA | ESPECIALIDAD INSTALACIONES TERMICAS | PROFESIONAL REVISION Ing. Camilo Fernández Barriga |
| ESCALA 1:50 | FECHA 10 Enero 2015 | N. PLANO 0009 |
| | | PROFESIONAL APROBACION Ing. Carlos Gordillo Andia |

