



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-1-147

2ej
107

Señor LUIS LEONARDO LEDESMA CAMARGO
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que aprobado por esta Dirección propuso el Profesor Ing. Jorge Lara González, para que lo desarrolle como TRABAJO ESCRITO para su Examen Profesional de la carrera de INGENIERO CIVIL.

"INSTALACIONES DE AGUA CALIENTE EN LOS EDIFICIOS"

- I. INTRODUCCION
- II. INSTALACIONES DE AGUA CALIENTE EN LOS EDIFICIOS
- III. DISPOSITIVOS COMERCIALES PARA CALENTAR AGUA
- IV. METODOS DE DISEÑO
- V. EJEMPLOS DE APLICACION
- VI. CONCLUSIONES

Ruego a usted se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento con lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así como de la disposición de la Coordinación de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares del TRABAJO ESCRITO, el título del trabajo realizado.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, a 11 de Julio de 1986.
EL DIRECTOR

Rascon Ch.

DR. OCTAVIO A. RASCON CHAVEZ


OARCH/RCCH/ragg.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CONTENIDO

PROLOGO

5

I

INTRODUCCION

I.a	Importancia de las instalaciones dentro de la edificación.	7
I.b	Instalaciones de agua caliente.	9

II

INSTALACIONES DE AGUA CALIENTE EN LOS EDIFICIOS

II.a	Instalaciones de producción local de agua caliente.	12
II.a.1	Tipos de abastecimiento de agua al sistema.	13
II.a.2	Equipos de calentamiento.	20
II.a.3	Red de distribución.	21
II.b.	Instalaciones de producción central-de agua caliente.	23
II.b.1	Tipos de abastecimiento.	25
II.b.2	Equipos de calentamiento de producción central.	27
II.b.3	Red de distribución de agua caliente en los sistemas de producción central.	31
II.b.4	Acondicionamiento del agua.	45

III

DISPOSITIVOS COMERCIALES PARA CALENTAR AGUA

III.a	Dispositivos comerciales para la producción local de agua caliente.	49
III.a.1	Calentadores de gas.	54
III.a.2	Calentadores eléctricos.	65
III.a.3	Calentadores de leña y carbón.	68
III.a.4	Calentadores de Petróleo.	70

III.a.5	Calentadores solares.	71
III.a.6	Recomendaciones para la instalación de calentadores domésticos.	76
III.b	Dispositivos comerciales para la producción central de agua caliente.	77
III.b.1	Calderas de tubos de fuego y calderas de tubos de humo.	81
III.b.2	Calderas de tubos de agua.	91
III.b.3	Tanques de almacenamiento e intercambiadores de calor.	102
III.b.4	Equipos suavizadores de agua dura.	106

IV

	METODOS DE DISEÑO	110
IV.a	Diseño de las tuberías de distribución.	110
IV.a.1	Cálculo del gasto máximo probable.	112
IV.a.2	Cálculo de los diámetros en la red de distribución.	123
IV.a.3	Carga útil requerida y pérdidas de carga en la red de distribución.	125
IV.a.4	Cálculo de los diámetros en la tubería de retorno de agua caliente.	128
IV.b.	Diseño de los equipos de producción de agua caliente.	139

V

	EJEMPLOS DE APLICACION	154
V.a	Diseño de la red de distribución.	154
V.a.1	Cálculo del gasto máximo instantáneo	154
V.a.2	Cálculo de la red de retorno.	165
V.b	Diseño del equipo de calentamiento.	181

VI

	CONCLUSIONES	188
--	--------------	-----

APENDICE

	Tabla de conversiones	195
--	-----------------------	-----

I. INTRODUCCION

I.a IMPORTANCIA DE LAS INSTALACIONES DENTRO DE LA EDIFICACION.

Los sorprendentes progresos de las instalaciones han contribuido a la comodidad personal más que cualquier otro adelanto del siglo XX. El desarrollo de las -- instalaciones ha facilitado mucho las labores y ha hecho posible asimismo un grado mucho más elevado de la limpieza e higiene, tan vitales para la salud y el -- combate de enfermedades.

En nuestra vida cotidiana consideramos a las instalaciones como algo perfectamente natural. Puede decirse que las únicas ocasiones en que las personas se -- dan cuenta de su dependencia respecto de estas es -- cuando se ve interrumpido el servicio por la suspen-- sión pasajera de alguna de ellas, por ejemplo, cuando falla el suministro de agua, o cuando las tuberías de desagüe están obstruidas.

Haciendo un breve resumen de las instalaciones que -- son absolutamente necesarias y otras que se presentan muy rara vez, se tiene: Instalaciones hidráulicas para la conducción de agua fría o de agua caliente. -- Existe desde luego el problema de capacitación y tratamiento de aguas, después el de equipos de bombeo, -- el problema de calderas, el de los tanques de agua caliente. También desde el punto de vista hidráulico -- hay que considerar las instalaciones de tipo sanitario para el desalojo y tratamiento de aguas residuales y las instalaciones de equipo contra incendio.

Otro tipo de instalaciones son las de la utilización y aprovechamiento de gas. En fábricas y hospitales -- se usan instalaciones de aire comprimido o aire a baja presión, conducciones de oxígeno, óxido nitroso u otros elementos, conducciones de vapor en edificios -- con sistemas de agua caliente o calefacción.

En el aspecto eléctrico, instalaciones para alumbrado y para fuerza, redes telefónicas, sistemas de pararra

yos, instalaciones para recepción de televisión, sonido, señales, calefacción eléctrica, alarma contra incendios.

Sería casi imposible enumerar todos los diferentes tipos y sistemas de instalaciones, pero todas ellas poseen el común denominador de facilitar, servir, ahorrar, en pocas palabras, hacer más cómoda y eficiente muchas de las actividades dentro del hogar o la industria para nuestro provecho.

I.b INSTALACIONES DE AGUA CALIENTE.

Actualmente un porcentaje muy elevado de la población de cualquier país, disfruta y exige un servicio de agua caliente para satisfacer las necesidades domésticas e industriales. Por lo cual se requiere disponer de agua caliente en las instalaciones de muy diversas edificaciones.

Se define como instalación de agua caliente al conjun

to de dispositivos que tomando el agua fría de la tubería general de alimentación de un edificio, la conduce a los calentadores y desde aquí en distribución independiente llevar el agua caliente hasta los muebles donde se necesite, a la cantidad, calidad y temperatura adecuada.

Los sistemas empleados para la distribución de agua caliente son muy diversos, y varían desde los pequeños calentadores independientes domésticos, hasta las instalaciones de abastecimiento central para un grupo de edificios, manzanas o grandes industrias.

El criterio en la elección de un sistema determinado, depende de varios factores, entre ellos: número de grifos o tomas de agua, clase de aparatos servidos, combustible adecuado y económico, y de la rapidez con que se requiera el agua en cada servicio.

Las instalaciones de agua caliente las podemos clasificar en dos grupos:

- a) Instalaciones de Producción Local de agua - caliente para viviendas o grupos locales en un edificio.

- b) Instalaciones de Producción Central de agua caliente para todos los servicios de un edificio.

II. INSTALACIONES DE AGUA CALIENTE EN LOS EDIFICIOS.

II.a INSTALACIONES DE PRODUCCION LOCAL DE AGUA CALIENTE.

Se define como instalación local de agua caliente al conjunto de dispositivos que actuando de manera eficiente calientan, transportan y permiten utilizar el agua a la calidad, cantidad y temperatura adecuada de un requerimiento de tipo individual, como puede ser en una casa unifamiliar, un comercio aislado o en general cualquier edificación que requiera agua caliente para un solo conjunto de muebles sanitarios.

Las instalaciones de agua caliente en general podemos decir que constan de tres elementos fundamentales que son: los de conducción formados por las tuberías, los de utilización que son los muebles en los cuales se entrega el suministro de agua caliente y los equipos de almacenaje y calentamiento de agua.

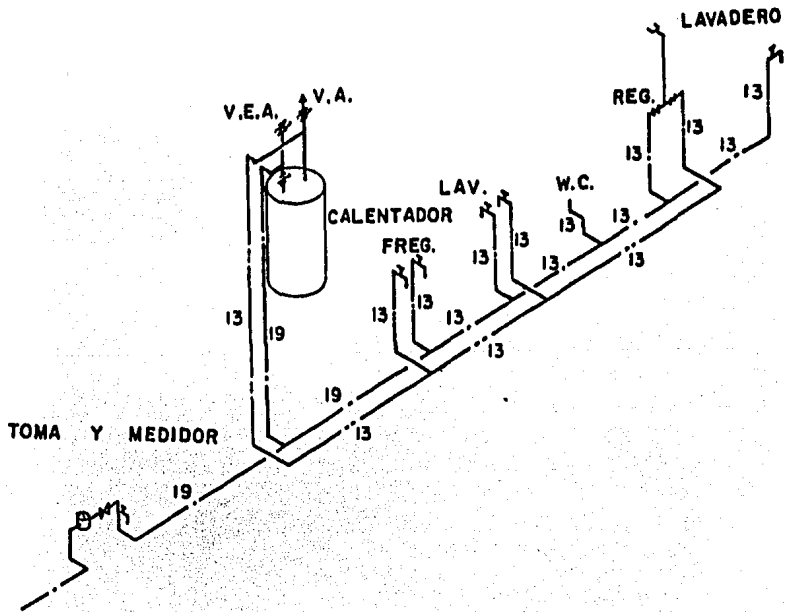
II.a.1 TIPOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA AL SISTEMA

En los sistemas de producción local, se utilizan por lo general dos tipos de abastecimiento de agua al sistema; el primero se denomina "Por Presión Directa" y supone que la red municipal de abastecimiento tiene la capacidad y presión suficientes para abastecer un edificio de manera continua. El segundo se conoce como abastecimiento "Por Gravedad" y toma en cuenta las fluctuaciones que no permiten alimentar en forma continua al sistema.

En los sistemas de abastecimiento de agua caliente no son usados los sistemas a presión, pues en la mayoría de los casos en que se utilizan los sistemas de producción local no se justifica el gasto ocasionado de contar con un equipo hidroneumático o un sistema de bombeo programado.

ABASTECIMIENTO A PRESION DIRECTA. Este método de abastecimiento para el sistema de agua caliente puede ser posible en el caso de que la presión

y capacidad sea suficiente para alimentarlo adecuadamente. Se recomienda que las casas unifamiliares o edificios, sean de un máximo de cuatro niveles y la presión de la toma sea suficiente para dar una presión mínima de 0.6 Kg (6 metros) en el mueble más desfavorables en términos generales, ya sea de agua fría o agua caliente.



ABASTECIMIENTO A PRESION DIRECTA DE LA RED MUNICIPAL.

Dado que este sistema de abastecimiento presenta ciertas inconvenientes sobre todo en niveles superiores— debido a las pérdidas de presión, aunado a la altura— del edificio, las normas recomiendan para determinar— la demanda máxima probable de abastecimiento al siste— ma del edificio la siguiente tabla:

TIPO DE MUEBLE		UNIDADES MUEBLE
1	Excusado de tanque	3
1	Lavabo	1
1	Tina de baño con o sin regadera	2
1	Regadera	2
1	Fregadero de cocina	2
1	Lavadero	3
1	Lavadora	3

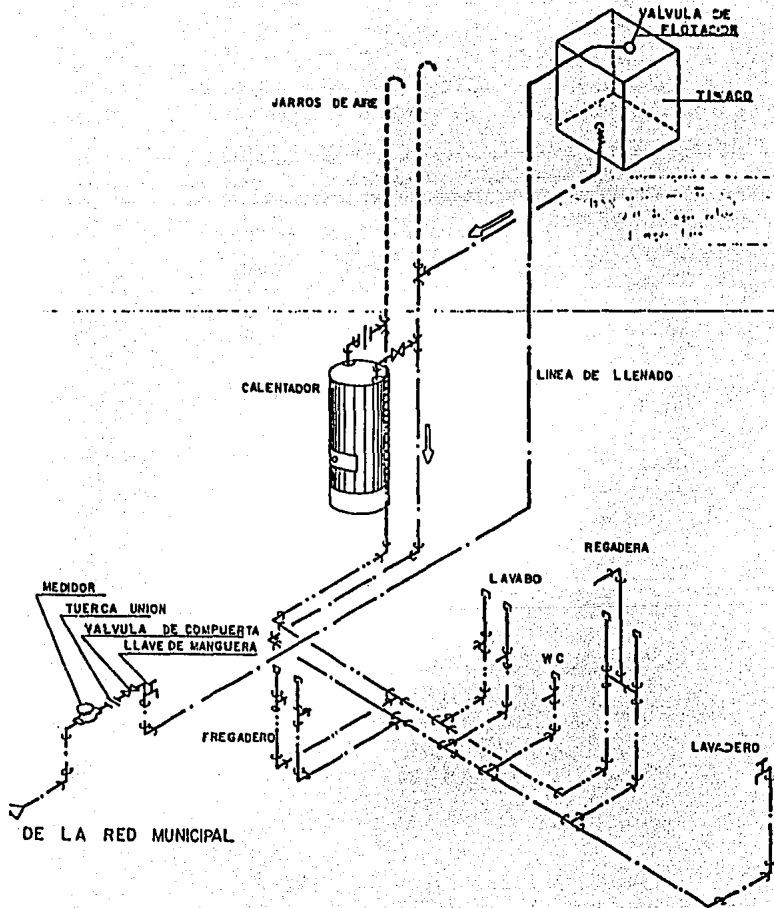
Como se muestra en el esquema anterior, el abasteci— miento de agua al sistema de agua caliente está inti— mamente relacionado con el abastecimiento al sistema— de agua fría, por lo que, aunque el método de cálculo es el mismo tanto para agua fría como para agua ca— liente, se debe considerar para efectos del cálculo — del gasto la demanda máxima probable para cada siste—

ma.

ABASTECIMIENTO POR GRAVEDAD. Cuando la red municipal no tiene las características suficientes en cuanto a gasto y presión se refiere, se opta por el sistema de abastecimiento por gravedad, es decir, se eleva el agua; ya sea por presión de la red municipal en el periodo del día en que sí tiene capacidad, o mediante bombas que toman el agua de una cisterna y la envía hacia un tanque elevado, desde donde se abastece la red de agua caliente y la de agua fría, regularizando de este modo el servicio en el transcurso del día.

En el esquema siguiente se muestra una instalación de producción local de agua caliente abastecida por gravedad.

Cabe señalar, que como en el caso anterior, el consumo de agua fría y el de agua caliente están íntimamente relacionados, por lo que en la práctica al calcu--



ABASTECIMIENTO POR GRAVEDAD CON TINACO

lar el volumen de cisternas y tanques elevados, basados en dotaciones diarias por habitante, o por otro tipo de especificaciones, por lo general se toman en cuenta las demandas de ambos sistemas (red de agua -- fría y red de agua caliente), y no hay que añadir ninguna cantidad extra al considerar la demanda del sistema de producción de agua caliente.

Para el cálculo de la capacidad de cisternas y tanques elevados, en la siguiente tabla se recomiendan algunas dotaciones de agua en función de su número de habitantes.

Habitación tipo popular	150 L/persona-día
Habitación de interés social	200 L/persona-día
Residencias y departamentos	250 - 500 L-persona-día

Para el cálculo de número de habitantes en casas habitación, se considera por reglamento dos personas por cada recámara, más una extra.

$$\text{Núm.Hab.} = (\text{Número de Recámaras})(2) + 1$$

La capacidad de la cisterna calculada en base a la dotación por habitante y por día, puede variar desde $\frac{2}{3}$ del consumo diario total a dos veces el consumo por día, dependiendo de las necesidades específicas del lugar.

$$\frac{2}{3} Cd < \text{Vol. Cisterna} < 2 Cd$$

Cd = consumo diario.

El volumen del tanque elevado también depende de la dotación diaria total. Se recomienda como en el caso del cálculo de cisternas que el tinaco o tanque elevado tenga una capacidad mínima de un cuarto de la dotación diaria total y este volumen varía hasta una vez la dotación total por día, dependiendo de las necesidades específicas de cada sistema en particular.

$$\frac{1}{4} Cd < \text{Vol. Tinaco} < Cd$$

II.a.2 EQUIPOS DE CALENTAMIENTO.

En los sistemas de producción local de agua caliente, se utilizan frecuentemente calentadores de agua de varios tipos: de gas, de leña, de electricidad y algunos a base de energía solar, asimismo varían conforme al modo de calentar el agua, clasificándolos como calentadores de almacenamiento y calentadores de paso. Ya sean de uno o de otro tipo, podemos definir al equipo de calentamiento como el dispositivo que eleva la temperatura del agua de manera económica, eficiente y conforme a las necesidades de las edificaciones.

Los calentadores de agua para producción local en casas habitación, pequeños comercios, etc., utilizan el mismo sistema que los grandes equipos de calentamiento, con la diferencia que éstos son de mucho menor capacidad de producción. Por otra parte, los dispositivos comerciales con que se cuenta se describen ampliamente en el Capítulo III.

La producción de agua caliente con calentadores domésticos es relativamente pequeña; es común, que al hablar de ellos se sobreentienda que pertenecen a un sistema local de producción de agua caliente.

II.a.3 RED DE DISTRIBUCION

La red de distribución dentro del sistema de producción local de agua caliente, generalmente usadas en viviendas unifamiliares, pequeños comercios, etc., -- consiste en una tubería que conduce el agua caliente desde el equipo de calentamiento hasta las llaves de los muebles donde se va a utilizar, en tuberías independientes a las que abastecen de agua fría los diferentes muebles sanitarios.

Este sistema de distribución es sencillo y tiene la limitante de utilizarse cuidando que la distancia entre el equipo de calentamiento y las llaves de salida no sea excesivamente grande pues se enfriaría el agua en la tubería y habría que aguardar un tiempo después

de abrir una llave para obtener el agua caliente, además de un constante desperdicio de agua.

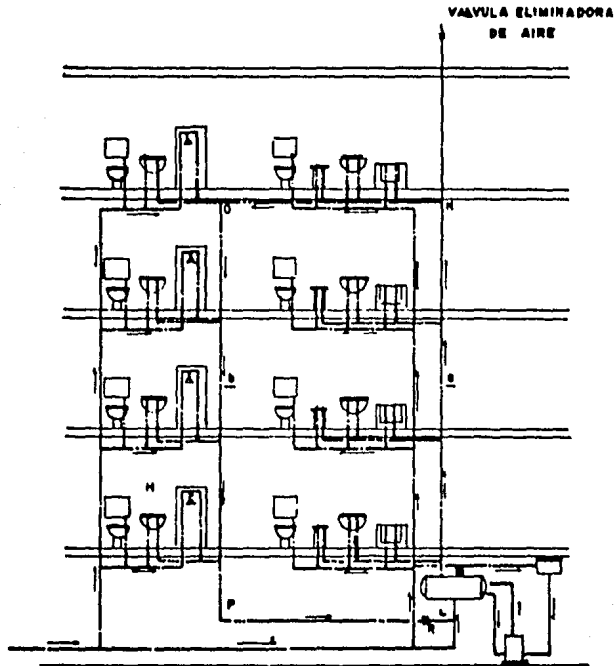
Las tuberías usadas en las instalaciones de distribución de agua caliente son dos esencialmente: la tubería de fierro galvanizado cédula 40 utilizada en instalaciones de construcciones económicas y en instalaciones a la intemperie por tener mejor resistencia a los esfuerzos mecánicos; y la tubería de cobre tipo M usada en el 98 % de las construcciones que cuentan -- con instalaciones de agua caliente. Las presiones máximas de trabajo para estas tuberías son 8.8 Kg/cm² para fierro galvanizado y 10.5 Kg/cm² para conducciones de cobre tipo M.

El diseño de la red de distribución es enteramente similar al utilizado para redes de agua fría, así como las disposiciones que por reglamento limitan la trayectoria de éstas. En el capítulo correspondiente a métodos de diseño se describe el método de cálculo de la red de distribución.

II.b INSTALACIONES DE PRODUCCION CENTRAL DE AGUA CALIENTE.

Se conoce como Instalación de Producción Central de agua caliente al conjunto de dispositivos que actuando de manera eficiente producen, transportan y permiten utilizar el agua caliente a la cantidad, calidad y temperatura adecuadas del requerimiento de un conjunto de demandas independientes.

El uso de calentadores de producción local puede considerarse conveniente únicamente para instalaciones pequeñas, económicas y donde no haya necesidad de mantener una reserva importante de agua caliente. Pero en donde es necesario abastecer un gran número de muebles como en industrias, hoteles, oficinas, edificios de departamentos, gimnasios, etc., la importancia de contar con un solo equipo central de calentamiento y a su vez con el conveniente almacenamiento de agua caliente, nos lleva a la adopción de un sistema de producción central.



INSTALACION DE PRODUCCION CENTRAL DE AGUA CALIENTE.

En este caso el problema consiste en abastecer un mayor número de muebles en forma simultánea y nos obliga a emplear un sistema que nos solucione la gran demanda en las horas de mayor requerimiento y al mismo tiempo sea económico durante el tiempo que es baja la solicitud de este servicio .

II.b.1 TIPOS DE ABASTECIMIENTO.

Igualmente que para el caso de los sistemas de abastecimiento de redes de agua fría, los sistemas de producción central de agua caliente utilizan los métodos requeridos en grandes edificaciones, estos son, el abastecimiento por gravedad y el abastecimiento a presión.

El abastecimiento por gravedad utilizado generalmente en grandes edificaciones difiere únicamente con respecto al usado en instalaciones pequeñas individuales por el tamaño de cisternas y tanques elevados, así como en la potencia de los equipos de bombeo que son considerablemente mayores. El cálculo de cisternas, tanques elevados y bombas, es enteramente similar, tomando en cuenta las dotaciones por habitante o por área para cada caso diferente.

El equipo de bombeo es calculado de acuerdo a la carga a vencer y rapidez con que se requiera el agua. -

De la misma manera cabe aclarar que las dotaciones dadas en la tabla siguiente así como los resultados obtenidos basados en estos datos, consideran tanto la demanda de agua fría como la de agua caliente.

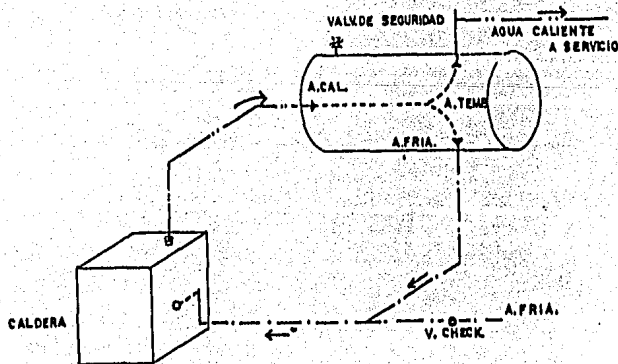
DOTACIONES	
Oficinas (edificios de)	70 L/empleado-día
Hoteles	500 L/huésped-día
Cines	2 L/espectador-función 3 turnos 6 L
Fábricas (sin consumo industrial) Hay que sumar los obreros de los tres turnos	70 L/obrero
Baños públicos	500 L/bañista-día
Escuelas	100 L/alumno-día
Clubes	500 L/bañista-día
En el caso de clubes hay que adicionar las dotaciones por cada concepto diferente, es decir: bañistas restaurante, riego de jardines, auditorios, salones de reunión, etc.	
Restaurantes	16 a 30 L/comensal
Lavandería	40 L/kg.de ropa seca 60% agua caliente
Hospitales	500 a 1000 L/cama-día
Riego jardines	5 L/m ² sup.sembrada de cesped cada vez que se riegue
Riego de patios	2 L/m ²

II.b.2 EQUIPOS DE CALENTAMIENTO DE PRODUCCION CENTRAL.

Como ya se mencionó anteriormente, dentro de los sistemas de producción de agua caliente es parte fundamental el equipo de calentamiento. Los equipos de calentamiento en los sistemas centrales, están constituidos principalmente por una caldera que ya sea alimentada por diesel, petróleo, diáfano o gas, calienta el agua; también está el elemento almacenador o tanque de almacenamiento del agua, y éste puede estar integrado a la caldera o ser independiente; y por último los elementos como los intercambiadores de calor y suavizadoras de agua que pueden o no utilizarse y cuya función se describirá más adelante.

SISTEMA CENTRAL CON CALDERA Y TANQUE DE ALMACENAMIENTO. Este sistema productor de agua caliente es el comúnmente usado en grandes edificios. La relación de la producción o recuperación de la caldera en combinación con el tanque de almacenamiento es tal que a ma-

yor recuperación, menor tanque de almacenamiento, hasta el límite de usar la caldera sin tanque de almacenamiento. En el esquema siguiente, se muestra este sistema, en el que presenta la caldera que es el elemento que le transmite calor al líquido, el cual sale por una tubería hacia el tanque de almacenamiento de agua caliente estableciéndose una circulación por temperatura entre la caldera y el tanque. Del almacenamiento se distribuye el agua a los servicios, y esta es reemplazada por el suministro de agua fría.



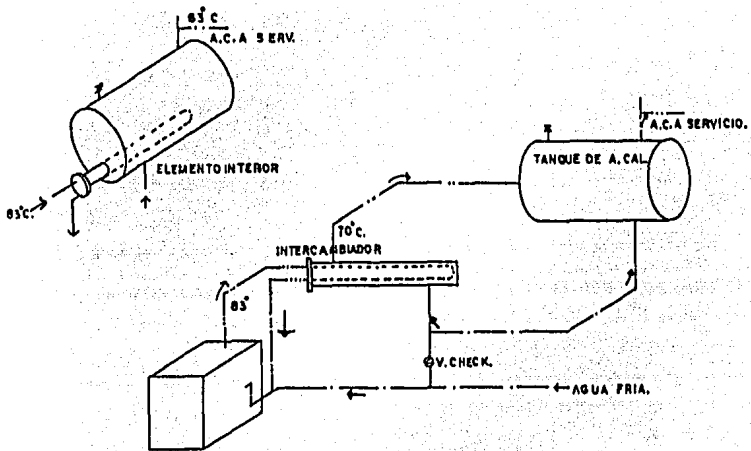
CALDERA DE AGUA CALIENTE CON TANQUE DE ALMACENAMIENTO

SISTEMA CENTRAL CON CALDERA, TANQUE DE ALMACENAMIENTO E INTERCAMBIADOR DE CALOR. En el sistema descrito anteriormente el agua fría suministrada pasa directamente a la caldera y ahí es calentada, lo que representa un problema en lugares donde los niveles de dureza -- del agua puedan provocar incrustaciones en las calderas.

Para evitar esto, se utiliza en el equipo un intercambiador de calor. Este es un elemento que forma un -- circuito cerrado conjuntamente con la caldera, y evita que el agua de consumo sea calentada en ésta, como se muestra en el esquema siguiente.

El intercambiador de calor puede ser exterior o interior con relación al tanque de almacenamiento y de -- agua caliente o de vapor dependiendo del fluido que -- circule por éste.

Cabe señalar que la circulación de agua caliente del -- circuito cerrado puede ser forzada por la diferencia-



CALDERAS DE AGUA CALIENTE, INTERCAMBIADOR DE CALOR, TANQUE DE ALMACENAMIENTO.

de temperaturas o intercalando una bomba centrífuga - en éste, llamada recirculador. Del intercambiador de calor y accesorios hidráulicos se describirán más ampliamente en el siguiente capítulo.

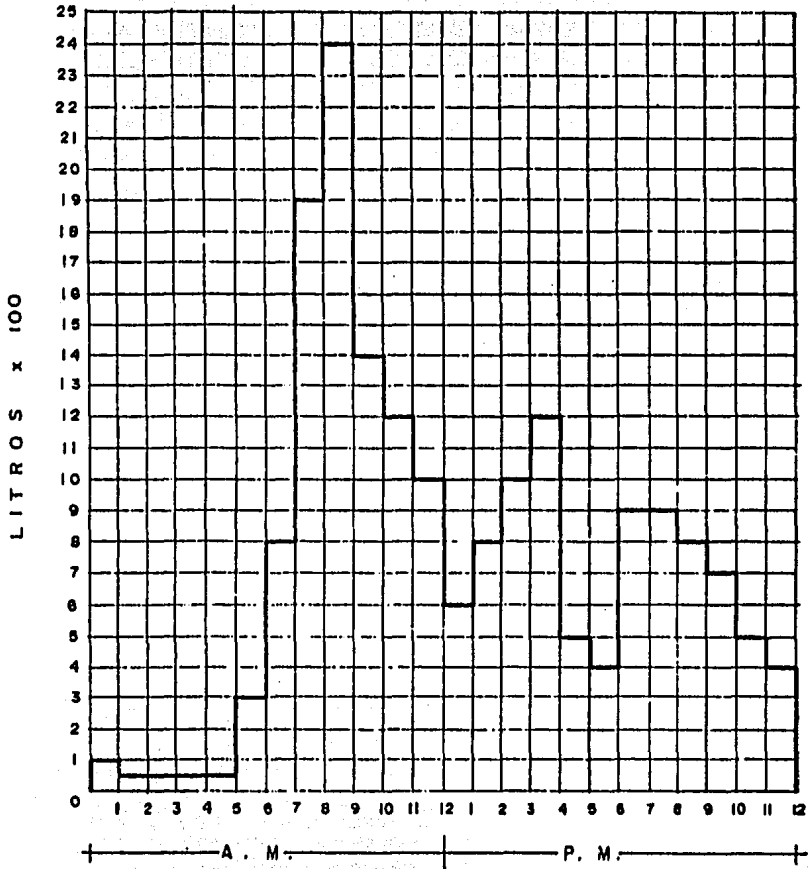
II.b.3 RED DE DISTRIBUCION DE AGUA CALIENTE EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCION CENTRAL.

El sencillo sistema de distribución descrito para los sistemas locales de producción de agua caliente es -- adaptable sólo para instalaciones de poca importancia que tengan las llaves de consumo próximas al calentador o bien, para instalaciones más importantes que tengan un uso continuo garantizado como lo es en el caso de baños públicos y lavanderías.

En edificaciones donde el consumo varía considerablemente en el transcurso del día este sistema nos llevaría a un desperdicio de agua que se enfría dentro de las tuberías, así como del combustible utilizado en el calentador.

Como se mencionó anteriormente para evitar los inconvenientes de este sistema, es frecuente incluir en la red de distribución un elemento llamado red de retorno, que garantiza la utilización instantánea del agua

FLUCTUACIONES DE CONSUMOS

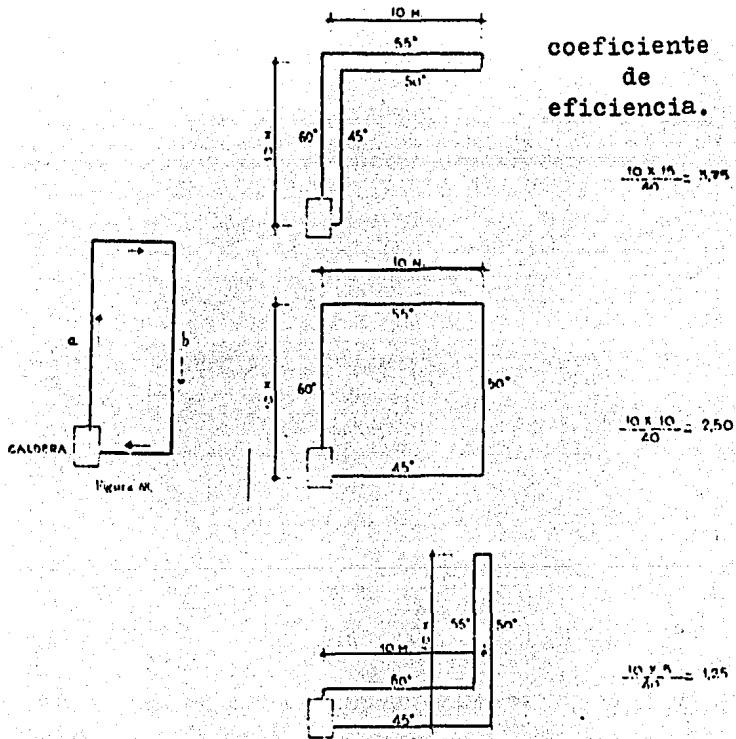


EDIF. DEPARTAMENTOS

60 HABITANTES

(18 000 L.)

caliente, esto es, se establece un circuito cerrado - del tanque de almacenamiento a los muebles de consumo como se muestra en el esquema siguiente.



DISTRIBUCION CON RETORNO.

La circulación en el circuito es producida por la diferencia de temperatura entre la columna de suminis--

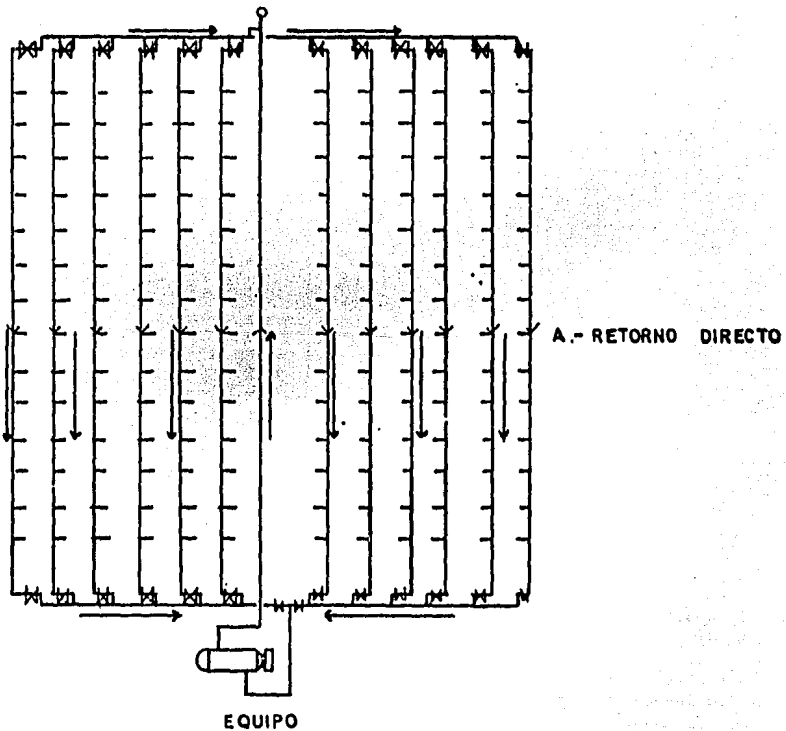
tro y la columna de retorno en la que el agua está -- más fría y por lo tanto de mayor peso específico que la del tubo de suministro.

La fuerza de esta circulación es relativamente débil -- por lo que se aconseja que el recorrido sea lo menos -- accidentado posible; el uso de tuberías de superficie interna muy lisa y de sección convenientemente grande, así como el uso de válvulas de retención y de expulsión de aire, eliminando los posibles obstáculos en -- la circulación.

Cuando por ser demasiado largo y accidentado el recorrido de estas tuberías y la fuerza generada por la -- diferencia de temperaturas no es suficiente. la circulación se produce mecánicamente mediante una bomba -- centrífuga instalada en el circuito, llamada recirculador.

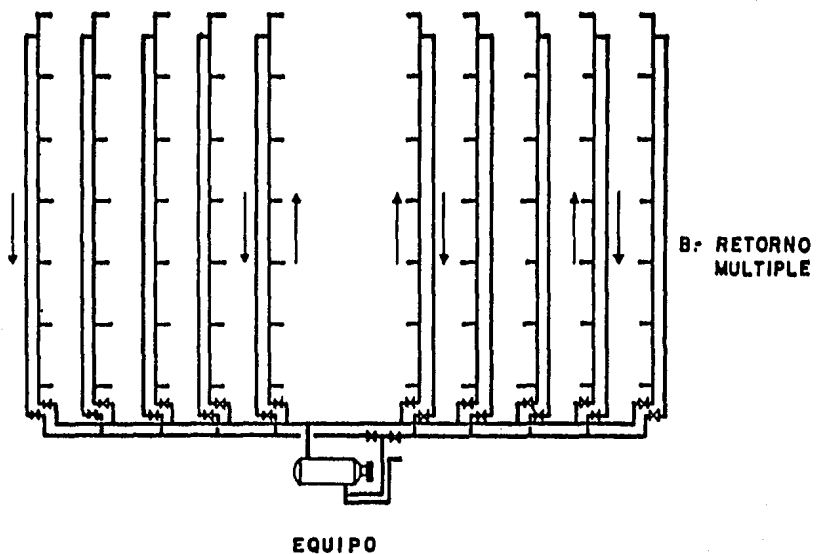
DISTRIBUCION SUPERIOR. Se llama por este nombre, cuando se decide por una trayectoria de la tubería tal --

que el agua caliente sube hasta el nivel superior por una sola columna, y desde ahí se hace una red de distribución bajando por diferentes puntos para conectarse en la parte inferior con una tubería que regresa a la caldera.



DISTRIBUCION SUPERIOR. (SISTEMA DE DISTRIBUCION Y RETORNO DE AGUA CALIENTE).

DISTRIBUCION INFERIOR. La red se ejecuta en el nivel inferior, abasteciendo a las columnas alimentadoras, las cuales se conectan en el nivel superior a las líneas de retorno y éstas bajan a un colector común que completa el circuito.



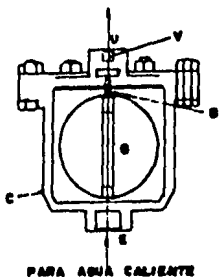
DISTRIBUCION INFERIOR

La elección de uno u otro trazo, o la combinación de ambos en determinados casos, dependerá de las limitantes del tipo de edificación y el valor del coeficiente

te de eficiencia.

EXPULSION DE AIRE. El agua al calentarse libera el -
aire que lleva disuelto, acumulándose en los puntos -
más altos del circuito, impidiendo la circulación del
agua. La eliminación de este problema puede hacerse -
por medio de válvulas automáticas eliminadoras de ai-
re, instaladas en los puntos críticos de acumulación,
o bién, por medio de llaves accionadas a mano. En --
los sistemas abastecidos con el sistema por gravedad-
pueden utilizarse los llamados jarros de aire, que -

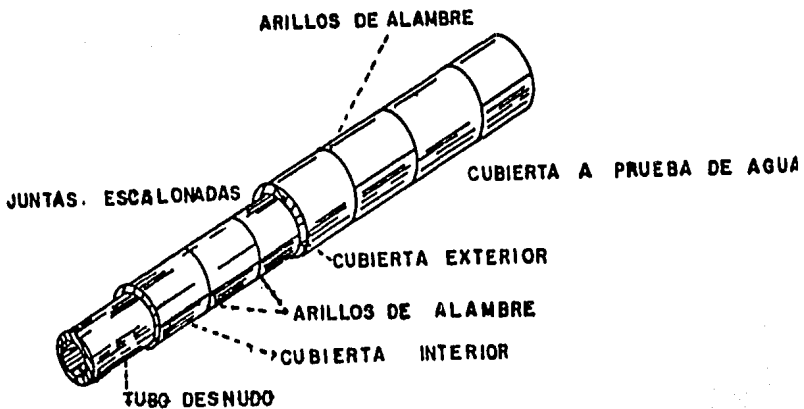
son tuberías abiertas al ex-
terior a una altura mayor --
que el nivel máximo del abas-
tecimiento o tanque elevado.
La altura de los jarros de -
aire para el agua caliente, -
deben exceder a los del agua
fría 5 cm. por metro de altu-
ra de construcción por aife-



VALVULAS DE DESCARGA
AUTOMATICA DE AIRE.

rencia de densidad.

AISLAMIENTOS. El flujo de agua caliente por las tuberías, trae consecuentemente una pérdida de calor antes de su utilización. Para evitar la pérdida de calor del líquido de las tuberías, éstas se cubren con un aislamiento térmico.



AISLAMIENTO TIPICO EN TUBERIAS.

El material de aislamiento puede ser asbesto-cemento, fibra de vidrio u otros materiales aislantes que no provoquen ni aceleren la corrosión, ni proporcionen -

la propagación de insectos o roedores, que tengan poca absorción de agua y con una cubierta a prueba de ésta en la parte superior. El aislante fabricado con fibra de vidrio en forma de medias cañas que se ajustan al contorno de la tubería es el más usado, se fabrica para diámetros comerciales y en diferentes espesores.

SOPORTERIA. En los sistemas de distribución de las grandes edificaciones es frecuente utilizar soportes para las tuberías en general, debido a que éstas comúnmente cubren distancias importantes, ya sea de manera totalmente visible o por dentro de falsos plafones y ductos destinados al paso de las tuberías de las distintas instalaciones permitiendo el mantenimiento continuo; a diferencia de las edificaciones de poca importancia donde generalmente se ahogan en muros y quedan ocultas por los recubrimientos y el mantenimiento debido a las cortas trayectorias es ocasional.

LA Manufacturers Standardization Society de E.U.A., recomienda en su edición de 1963 especificación SP-58, las siguientes normas:

1.- Los soportes deberán sostener adecuadamente al sistema.

- Se localizaran en los cambios de dirección y cargas concentradas.

- Deberán ser capaces de poder ajustar la pendiente de la línea en los casos que se requiera.

- Deberán permitir la expansión y la contracción de la tubería.

2.- Los soportes deberán estar fijos a la estructura del edificio.

3.- Para el sentido horizontal (tubería de cobre).

DIAMETRO	DISTANCIA ENTRE SOPORTES
Hasta 25 mm	1.80 m
38 mm	2.50 m
más de 64 mm	3.00 m

4.- Para el sentido vertical se soportará la tubería-

en cada piso.

DILATACION TERMICA DE LAS TUBERIAS. Otro aspecto referente a la red de distribución de agua caliente, es el problema de las dilataciones en las tuberías, debido a la temperatura que el fluido transmite al tubo conductor, por lo que es necesario tener en cuenta -- las debidas precauciones.

Estas dilataciones y contracciones, generalmente son despreciables en los casos de tramos de tubería de pequeña longitud, como en los sistemas de producción local de agua caliente, no así donde estas recorren -- grandes longitudes y sufren deformaciones axiales importantes que pueden convertirse en transversales y -- llegar a fracturar los puntos más débiles de las líneas, o bien, recorrerse de su lugar original.

El largo de los tubos varía proporcionalmente a los cambios de temperatura. La variación de la longitud causada por un cambio de temperatura de 100°C es de-

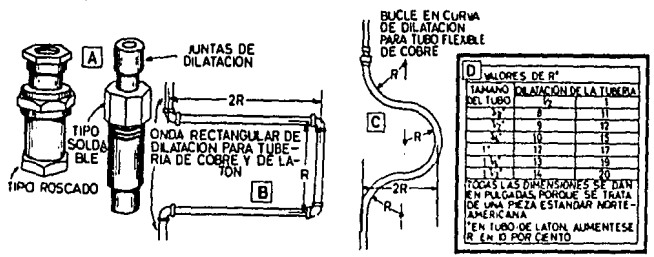
1.7 cm en el cobre y de 1.0 cm en el fierro galvanizado.

Para calcular la dilatación de la tubería se emplea la siguiente tabla.

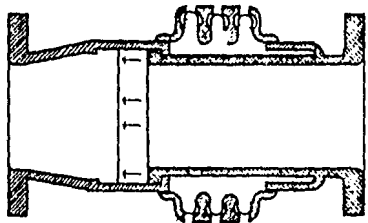
AUMENTO DE TEMPERATURA (GRADOS)	DILATACION LINEAL, EN CM. POR METRO, DE LOS TUBOS DE	
	HIERRO	COBRE
10	0.117	0.170
20	0.234	0.340
30	0.351	0.510
40	0.468	0.680
50	0.585	0.850
60	0.702	1.020
70	0.819	1.190
80	0.936	1.360
90	1.053	1.530
100	1.170	1.700

Para dar libertad a tales movimientos y evitar deformaciones, se requiere de la instalación de juntas de dilatación que pueden ser del tipo de fuelle o deslizantes y que se obtienen en el mercado o deformando la tubería para formar "omegas" que permitan la elasticidad de las mismas.

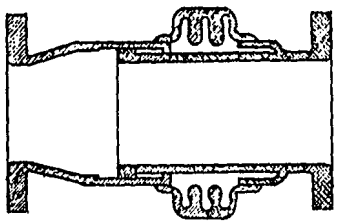
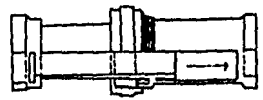
Las juntas de dilatación han de instalarse a intervalos no mayores de 15 m. en los tramos rectos de tubo.



JUNTAS DE DILATACION.

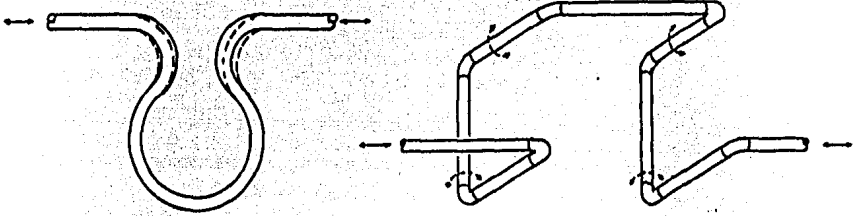


CORRUGADA



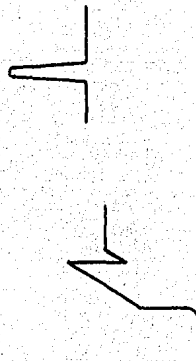
TELESCOPICA

JUNTAS DE DILATACION.



CON TUBERIA

CON CONEXIONES



II.b.4 ACONDICIONAMIENTO DEL AGUA.

El problema del acondicionamiento del agua en los sistemas de producción de agua caliente en general, se limita a controlar la dureza del agua, esto es, que el agua contiene compuestos de calcio y magnesio que en grandes cantidades provocan la dureza del agua.

Eliminar la dureza del agua es la forma más corriente de su acondicionamiento y se conoce como ablandamiento de aguas duras. Los sistemas sanitarios o de plomería se benefician con el agua ablandada, pues ésta no cubre el interior de los tubos y calentadores con incrustaciones (encalado) depositados al elevar la temperatura del agua; estas incrustaciones formadas por el agua dura en el interior de los tubos pueden llegar a obstruirlos, originando las substituciones costosas. Las incrustaciones en los calentadores de agua actúan como aislante, aumentando costos de operación, mantenimiento y reduciendo la seguridad en el equipo.

Conviene siempre que se proyecte instalar un sistema de producción de agua caliente, practicar un análisis del agua suministrada, cosa que es muchas veces proporcionado gratuitamente por la casa en la cual se adquirirá el equipo. El análisis químico indica el grado de dureza, la alcalinidad o acidez, y el contenido de los minerales predominantes. El grado de dureza se expresa en p.p.m. en peso del contenido del carbonato de calcio.

DUREZA RELATIVA DEL AGUA

Calcio (p.p.m.)	Descripción
15	Extremadamente blanda
30	Muy blanda
45	Blanda
90	Moderadamente blanda
110	Moderadamente dura
130	Dura
170	Muy Dura
230	Excesivamente dura
250	Demasiado dura para su uso



AQUA-CHEMIC DE MEXICO, S. A.

CONTROL DE AGUAS INDUSTRIALES

Bld. M. Avila Camacho 99-804

Tel. 540-80-76 515-99-11
BOBOARAY EDO. DE MEX.

Apdo. Postal 64

EXCELSIOR, S.C.L.
Bucarelli # 17
México D.F.

At'ni Sr: Enigdio Lopez
Sr. Raul Estrella
Sr. Cayetano Miranda

Abr 20 02

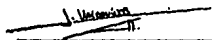
RESULTADO DE LA PRUEBA DE AGUA POTABLE DE "EXCELSIOR"

- Dureza Total ppm.	68
- Carbonato de Calcio ppm.	75
- Sólidos disueltos por conductividad ppm.	93
- Materiales Incrustantes Totales ppm.	119
- Silice Total ppm.	51
- Sulfatos ppm.	4
- Cloruros ppm.	21
- PH Total	7.51

OBSERVACIONES:

Es muy buena agua la que se recibe en el lote.

A t e n t a m e n t e



Ing. Jose L. Valdovinos T.
Representante Técnico

ANALISIS QUIMICO DEL AGUA, REALIZADO EN EL PRIMER CUADRO DE LA CIUDAD DE MEXICO.



AQUA-CHEMIC DE MEXICO, S. A.

CONTROL DE AGUAS INDUSTRIALES

Bd. M. Avila Camacho 999-804

Tel. 500-80-74 113-99-13

Asociado Piedad 94

BOGOTAY D.C. DE MEX.

EXCELSIOR, S.C.L.
Bucarell # 17
México, D.F.

REPORTE DE SERVICIO
Sistema Caldera

Fecha: Oct 23 84

At'nte: Sr. Emlidio López
Sr. Raúl Estrella
Sr. Cayetano Miranda

DETERMINACIONES

MUESTRAS

LIMITES DE CONTROL
MINIMO MAXIMO

	Alimentación	Caldera		
Dureza Total ppm. CaCO ₃	0	0		
Dureza Calcio ppm. CaCO ₃	0	0		
Dureza Magnesio ppm. CaCO ₃	0	0		
Alcalinidad F. ppm. CaCO ₃	0	1010	500	800
Alcalinidad M. ppm. CaCO ₃	310	1750		
Cloruros ppm. Cl	55	410		
Ortofosfatos ppm. PO ₄	-	30	30	60
Sulfitos ppm. SO ₃	-	23	20	40
Cromatos ppm. CrO ₄	-	-		
Silice ppm. SiO ₂	80	260		350
pH	8.0	10.5	10.5	11.5
Conductividad (corregida)	-	4255		3500
Micromhos	800	-		
OH Libres	-	270		
Ciclos por Cloruros	-	6.3		
Ciclos por Conductividad	-	5.3		

OBSERVACIONES: El agua de alimentación es de excelente calidad ya que no nos presenta dureza en solución, se les sugiere seguir regenerando el equipo de suavización como lo vienen efectuando hasta la fecha.

La caldera se encontró ligeramente alta en concentración de sales, sin embargo se les recomienda seguir purgando con el mismo régimen y verificar en próximos chequeos si es necesario efectuar un ajuste en las purgas.

Los residuales de fosfatos y sulfitos se encontraron en cantidad suficiente para evitar problemas de incrustación y corrosión. Verificar las mismas cantidades:

PRODUCTO KG/DIA
Treatchemic 100 AS 1,000

Atencamente

Ing. Enrique A. Laguarda Jiménez
Representante Técnico

ANALISIS QUIMICO DEL AGUA DE UNA CALDERA CON EQUIPO ABLANDADOR.

III. DISPOSITIVOS COMERCIALES PARA CALENTAR AGUA.

Este capítulo está basado en la recopilación de datos en cuanto a capacidades y características generales, de los dispositivos para calentar agua que se pueden encontrar y disponer actualmente en el mercado.

Dicha recopilación está realizada en base a visitas a las diferentes empresas fabricantes que se mencionan a lo largo del capítulo. Sería muy difícil incluir absolutamente todas las marcas existentes, por lo que se seleccionaron solamente algunas de las más conocidas, tratando de abarcar lo más completamente posible la variedad de equipos tanto para la Producción de -- Agua Caliente en forma Local, como para la Producción Central.

No se profundiza mucho en el funcionamiento interno de los equipos, puesto que se invadirían campos de la Ingeniería Mecánica, pero en cambio se exponen las ca

racterísticas necesarias de diseño en cuanto a producción y capacidades, indispensables para que el Inge--
niero Proyectista tenga en cuenta con que dispositi--
vos puede contar para el problema de suministro de --
agua caliente a resolver.

El capítulo está dividido en dos partes, la primera -
referente a los equipos de Producción de Agua Calien--
te de manera Local, y la segunda dedicada a los equi--
pos de Producción Central de ésta y algunos acceso- -
rios hidráulicos de los mismos sistemas.

III.a DISPOSITIVOS COMERCIALES PARA LA PRODUCCION LOCAL DE AGUA CALIENTE.

Como se mencionó en el capítulo anterior, la produc--
ción Local de agua caliente se lleva a cabo en edifi--
caciones pequeñas, donde los requerimientos de ésta -
son solucionados utilizando esencialmente un disposi--
tivo para el calentamiento del agua, llamado calenta--
dor.

Los equipos de calentamiento en general, pueden clasificarse como Indirectos o Directos, o bién, relacionarlos con los diferentes tipos de combustibles que consumen.

En los equipos de calentamiento Directos, el agua esta en contacto con una superficie calentada directamente por el combustible, ya sea en un tanque de almacenamiento o de manera independiente para después pasar a éste, y del cual es distribuida al consumo. En los equipos Indirectos se calienta un circuito de agua separado y encerrado en un sistema de tuberías del cual no sale, sino es calentada y circulada como agua caliente o como vapor a través de un serpentín o alguna otra superficie de transferencia de calor que se sumerge en el agua que se va a calentar para el suministro.

El calentador doméstico es un equipo de calentamiento Directo, siendo común en las instalaciones de agua caliente; pudiéndose encontrar actualmente en el merca-

do para ser alimentado por gas, electricidad, leña o carbón, petróleo y menos comunmente calentadores solares.

Para la selección del tipo de calentador más conveniente, hay que tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) El tamaño que satisfaga las necesidades. Que determina primordialmente cuanta agua caliente puede sacarse en un instante o por número de descargas en rápida sucesión.
- b) La durabilidad. La vida de un calentador suele medirse por el tiempo que tarda en ser corroído por el moho, llegando a tener fugas y un bajo rendimiento de agua caliente a causa de las incrustaciones calcáreas procedentes del agua dura por lo que es aconsejable se elijan calentadores fabricados con partes de cobre, bronce o galvanizados, y utilicen un ánodo de magnesio en los --

que cuenten con tanque calentador.

- c) El costo de funcionamiento. Los calentadores de agua están diseñados para consumir electricidad, gas natural, gas licuado, carbón o leña, petróleo o luz solar; y el costo de estos combustibles varía de un lugar a otro, por lo que es recomendable para un funcionamiento económico verificar los precios respectivos antes de seleccionar un calentador, en la mayoría de los lugares la elección se hace entre la electricidad y el gas.

Comercialmente los calentadores se clasifican en cada uno de los diferentes tipos de combustibles de acuerdo a su capacidad de recuperación, es decir, el número de galones de agua elevados a 60°F (15.5°C) por hora en los calentadores de almacenamiento y por minuto en los calentadores instantáneos. La capacidad de un calentador puede expresarse como:

$$C = \frac{R \times 60}{T}$$

en donde:

R = capacidad de recuperación

T = aumento de la temperatura en grados Fahrenheit.

La capacidad de recuperación de un calentador se expresa como:

$$R = \frac{B \ E}{8.33 \ T}$$

en donde:

B = entrada de calor en BTU por hora.

E = eficiencia

III.a.1 CALENTADORES DE GAS.

Los calentadores de gas son básicamente de dos tipos, calentadores de paso o instantáneos, y calentadores de tanque o de almacenamiento.

En los calentadores de tipo instantáneo se conduce el agua a través de un serpentín que es calentado directamente por el combustible. Este tipo de calentador puede ser automático o semiautomático; en los prime--

ros se registra el flujo del líquido y automáticamente se prende la llama sobre el serpentín por el cual circula el agua, al cesar la demanda la llama se vuelve a apagar. En los semiautomáticos hay que encender manualmente el quemador. La ventaja de este tipo de calentador es que se obtiene agua caliente en forma instantánea y en cantidad casi ilimitada, pero existe por otro lado la desventaja de que no permite la simultaneidad en su uso, pues para varias salidas de agua es insuficiente en modelos pequeños e incosteable en modelos grandes en las horas de baja demanda. El rendimiento de este tipo de calentador es de un 85 % a un 90 % debido a su gran superficie de contacto.

En los calentadores de almacenamiento el agua es calentada directamente dentro de un recipiente metálico por un quemador colocado abajo de este, teniendo poca superficie de contacto por lo que se incrementa lentamente la temperatura del agua con una eficiencia del-

50 % al 60 % solamente.

Los calentadores de almacenamiento permiten tener -- cierta reserva de agua caliente en un momento determinado donde la simultaneidad del uso lo requiera, o -- sea, pueden satisfacer mayores gastos en las horas pico. Estos también pueden ser automáticos o semiautomáticos. En los automáticos el agua es calentada continuamente al ser detectada una disminución en su temperatura gracias a un termostato que abre la válvula de paso de combustible, operación que habrá que hacer manualmente en los calentadores semiautomáticos.

En la República Mexicana, solamente contamos con dos tipos de gas combustible para el uso doméstico, que -- son:

Gas L.P. (Licuado de Petróleo)
Gas Natural

El gas L.P. es una mezcla aproximadamente de 30 % de gas butano y 70 % gas propano. El gas natural sólo -- es utilizado en algunos lugares de la República.

TIPO	PODER CALORIFICO.		GRAVEDAD ESPECIFICA AIRE = 1
	KCAL / KG	BTU / PIE ³	
GAS L.P.	11 853	21 337	0.89
GAS NATURAL	4 887	8 897	1.067
GAS BUTANO	11 720	21 098	0.60

Para determinar el consumo de gas requerido para calentar agua puede obtenerse con la siguiente expresión:

$$G = \frac{8.3 Q (T_1 - T_2)}{Hg E}$$

en donde:

- G = gas requerido en pies cúbicos.
- Q = cantidad de agua en galones.
- T₁ = temperatura final del agua en °F
- T₂ = temperatura inicial del agua en °F
- Hg = calor entregado por la combustión de un pie cúbico de gas en BTU
- E = eficiencia de absorción de calor

Resumiendo lo anterior, los calentadores de gas se fabrican de la siguiente manera:

- 1.- DE ALMACENAMIENTO {
- AUTOMATICOS
 - SEMIAUTOMATICOS

AUTOMATICOS

2.- INSTANTANEOS

SEMIAUTOMATICOS

Algunas marcas y características encontradas se presentan a continuación:

CALENTADORES DE ALMACENAMIENTO

KELLER.

MODELO	CAPACIDAD DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO (LTS)	DIMENSIONES (CM)			USO	CARACTERISTICAS GENERALES
		DIAMETRO	ALTURA			
71 RSL 2	20	24	85		viviendas económicas uso simultáneo 1 regadera	semiautomático sistema combinado instantáneo-almacenamiento
71 PAL 2/68	75	35	90		uso simultáneo 3 o 4 regaderas	automático sistema combinado instantáneo-almacenamiento colocación protegida de la intemperie
		FRENTE	FONDO	ALTURA		
71 PAL 2/69	75	50	42	90	uso simultáneo 3 o 4 regaderas	automático sistema combinado instantáneo-almacenamiento

CALOREX

Automáticos

MODELO	CALORIAS POR HORA	ALTURA NIPLES EN mm.	ALTURA TOTAL EN mm.	DIAMETRO EN mm.	PESO Kgs.	TIEMPO DE RECUPERACION EN MINUTOS DE 25°C a 50°C	CAPACIDAD EN LITROS
G 10 Auto	6,800	960	1117	374	27	16	38
G 15 Ancho	7,300	870	1025	436	36.5	17	46
G 15 Popular	7,300	1338	1495	350	39	25	62
G 20 N	7,300	1378	1533	374	43	24	72
G 30 N	7,300	1375	1529	436	55	31	98
G 40 N	8,900	1715	1875	436	66	40	132
G 60	10,600	1790	1975	534	100	55	220

MODELO	CALORIAS POR HORA	ALTURA NIPLES EN mm.	ALTURA TOTAL EN mm.	FONDO POR ANCHO EN mm.	PESO Kgs.	TIEMPO DE RECUPERACION EN MINUTOS DE 25°C a 50°C	CAPACIDAD DEL TANQUE EN LITROS
Premier 15	8,900	975	1040	523 X 440	45	19	56
Premier 20	10,600	1173	1230	523 X 440	54	19	77
Premier 30	10,600	1402	1452	523 X 440	64	26	100
Premier 40	11,200	1720	1786	523 X 440	75.5	30	133.

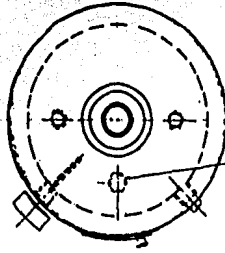
Semiautomático

MODELO	CALORIAS POR HORA	ALTURA NIPLES EN mm.	ALTURA TOTAL EN mm.	DIAMETRO EN mm.	PESO Kgs.	TIEMPO DE RECUPERACION EN MINUTOS DE 25°C a 50°C	CAPACIDAD DEL TANQUE EN LITROS
2000 G 10	6,800	960	1117	374	26.5	16	38

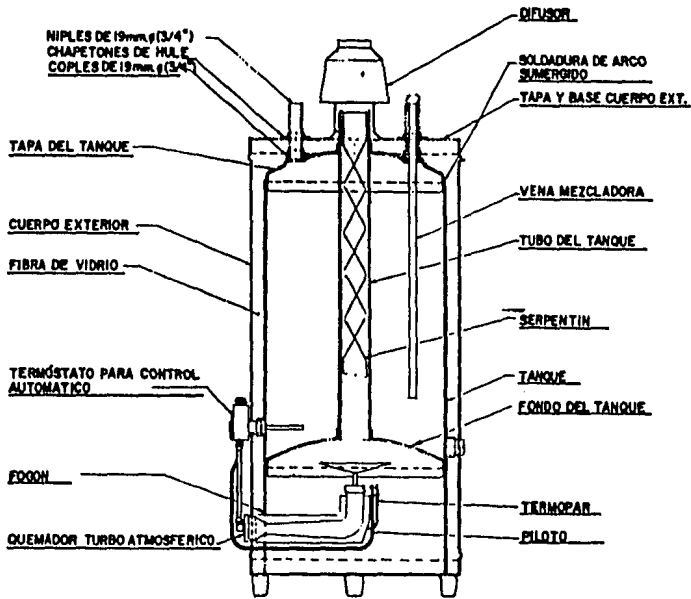
Características Generales.

- Tanques de almacenamiento con recubrimiento interior esmalte-vitreo.
- Presión máxima 13 Kg/cm²
- Utilizables con gas natural o gas L.P.

CALENTADOR AUTOMATICO



ANILLO DE MAGNESIO

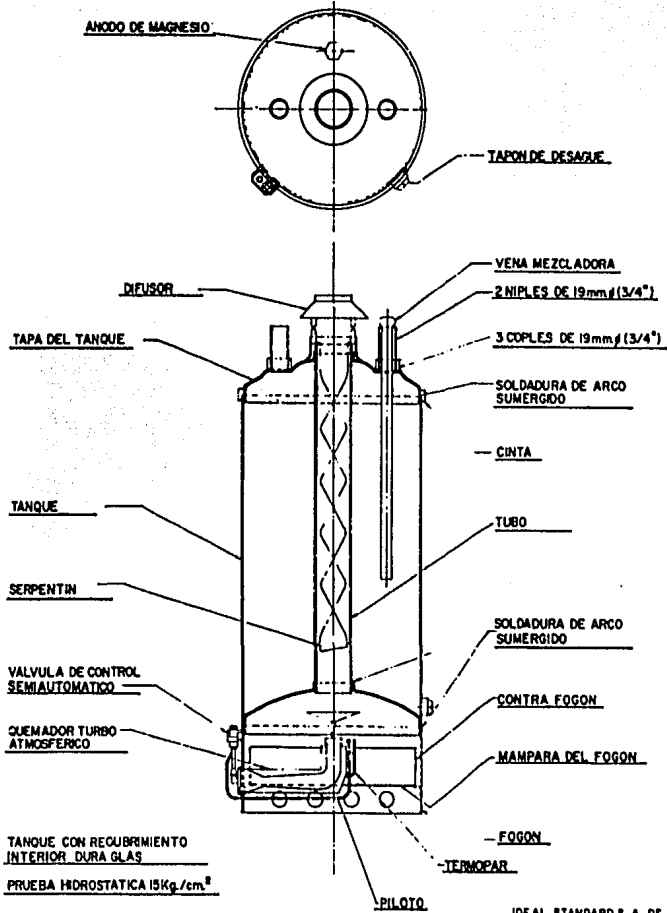


TANQUE CON RECUBRIMIENTO
 INTERIOR DURAGLAS
 PRUEBA HIDROSTATICA 15Kg./cm²

IDEAL STANDARD, S. A. DE C.V.
 DIVISION CAL-D-REZ.

100 S/B 1000 mm
 0.0000 - 0.10 0.000 0.0000

CALENTADOR SEMIAUTOMATICO SIN FORRO



IDEAL STANDARD, S. A. DE C. V.
 DIVISION CAL-O-REX
 CEE 216 ACOT-00
 DIBUJO - H. L. S. P. 216 04-00-71

CORONA**Calentadores Semiautomáticos
(Sin forro)**

MODELO	CAPACIDAD (LTS)	DIMENSIONES (CM)	
		DIAMETRO	ALTURA
Económico No.1	27	30	90
Económico No.2	47	30	124
Económico No.3	67	30	154

**Calentadores Automáticos
(Con forro)**

MODELO	CAPACIDAD (LTS)	DIMENSIONES (CM)	
		DIAMETRO	ALTURA
Línea Azul No.1	40	38	107
Línea Azul No.2	60	38	134
Línea Azul No.3	80	38	167

CINSA

Automáticos

MODELO	CALORIAS FOR HORA	ALTURA NIPLES EN mm.	ALTURA TOTAL EN mm.	DIAMETRO EN mm.	TIEMPO DE RECUPERACION EN MINUTOS DE 25° C a 50° C	CAPACIDAD DEL TANQUE EN LITROS
15 AGP-AG	1600	960	1070	410	38	57
20 AGP-AG	2200	1140	1240	410	45	76
30 AGP-AG	2800	1220	1330	460	60	105
40 AGP-AG	3400	1510	1620	460	85	151
10 AEG	1300	990	1080	350	30	40
15 AEG	1600	1220	1320	350	38	57

Semiautomáticos

10 EGP-C	1400	980	1080	300	30	40
----------	------	-----	------	-----	----	----

Características Generales

- Tanque de almacenamiento con recubrimiento exterior porcelanizado vitreo.
- Diseñados para consumir gas L.P. o gas natural.

CALENTADORES INSTANTANEOS (De Gas)

ASCOT

MODELO	DIMENSIONES (CM)			TOMA DE AGUA	GASTO ENTREGADO LTS/HR.		
	FRENTE	FONDO	ALTURA		A 45° C	A 50° C	A 65° C
UNICO	37	22	70	13 mm.	780	720	450

KELLER

MODELO	DIMENSIONES (CM)			USO	CARACTERISTICAS
	DIAMETRO	ALTURA			
71 RSL	20	85		viviendas eco nómicas	semiautomático (simultaneidad = 1 baño)
71 RSL 3	20	62		Trailers, pequeñas vi viendas	semiautomático (uso simultáneo = 1 mueble)
71 PAL 68	24	85		viviendas eco nómicas	automático (uso simultáneo = 1 baño)
71 PAL 3/68	24	60		pequeñas vi viendas	automático (uso simultáneo = 1 mueble)
	FRENTE	PONDO	ALTURA		
71 PAL 69	34	27	85	viviendas me dias	automático con aislamiento (uso simultáneo = 1 baño)
71 PAL 3/69	34	27	60	usos menores: oficinas pequeños co mercios	automático con aislamiento (uso simultáneo = 1 mueble)
71 DUPLEX	60	31	96	residencias albercas	doble automático con aislamiento (uso simultáneo = 3 o 4 muebles)

HESA

Calorific 109

CATALOGO	DIMENSIONES mm.			CAPACIDAD	
	DIAMETRO	ALTURA TOTAL	TOMA DE AGUA	CAL/HR.	Lts/HR. a 50°C
109-42	450	1610	32	42.000	1410
109-66	580	1650	51	60.000	2220

Calorific 110

CATALOGO	DIMENSIONES mm.			DEPOSITO INTEGRAL Lts.	CAPACIDAD	
	DIAMETRO	ALTURA TOTAL.	TOMA DE AGUA		CAL/HR.	Lts./HR.a 50°C
110-42	660	1610	32	120	42,000	1530
110-66	750	1650	51	180	66,000	2400

MODELO	DIMENSIONES mm.			TOMA DE AGUA	CAPACIDAD		PESO
	FRENTE	FONDO	ALTURA		CAL/HR.	LTS/HR.a 50°C	
DUPLIX	660	360	885	25	32,400	1080	86.8

III.a.2 CALENTADORES ELECTRICOS

Los calentadores eléctricos, también pueden ser instantáneos, si calientan el agua al momento del suministro, o bien, de acumulación si están provistos de un recipiente en el cual se caliente el agua y se tiene así una reserva disponible para su uso.

Los calentadores eléctricos instantáneos se utilizan solamente para pequeños suministros colocándose directamente en el paso del flujo del agua.

Los calentadores eléctricos de acumulación, son utilizados para la producción local de agua caliente, y es

tán constituidos por un depósito generalmente recubierto por un material aislante, en el cuál se introduce una resistencia eléctrica que calienta el agua.

La cantidad de corriente consumida por un calentador eléctrico puede calcularse con la siguiente expresión.

$$C = K \frac{Q (T_2 - T_1)}{E}$$

en donde:

- C = corriente requerida en KW/Hr.
- Q = volúmen de agua calentada en galones
- T₁ = temperatura inicial del agua en °F
- T₂ = temperatura final del agua en °F
- E = eficiencia termica del calentador (de 80 a 90 %)
- K = 0.00275 (para las unidades antes mencionadas), y K=0.001163 para Q en Lts. y T en °C

HESA

CATALOGO	KW.	VOLTS.	FASES
207-1	1	110	1
207-2	2	110-220	1 ó 2
207-3	3	110	1
207-4	4	110-220	1 ó 2
207-5	4.5	220	2

Dimensiones: 170 mm. Diámetro,
635 mm. Altura
Presión de trabajo hasta 7 Kg./cm²
Tomas de agua 25 mm.

CATALOGO	CAPACIDAD DE DEPOSITO EN LITROS	KW.	VOLTS.	FASES	DIMENSIONES mm.		TOMAS DE AGUA β
					D	H	
202-25	25	2	110-220	1 ϕ 2	300x300	1000	19
202-60	60	2	110-220	1 ϕ 2	450	1250	19
202-90	90	2	110-220	1 ϕ 2	550	1150	19
202-120	120	2	110-220	1 ϕ 2	550	1250	19
202-150	150	2	110-220	1 ϕ 2	580	1250	19
202-180	180	2	110-220	1 ϕ 2	550	1880	19
202-240	240	2	110-220	1 ϕ 2	550	2100	25
202A-240	240	2	110-220	1 ϕ 2	750	1200	25
202-375	375	2	110-220	1 ϕ 2	750	1650	25
202-500	500	2	110-220	1 ϕ 2	750	2100	31
203-150	150	13.5	220	3	580	1250	19
203-180	180	13.5	220	3	550	1880	19
203-240	240	13.5	220	3	550	2100	25
203A-240	240	13.5	220	3	750	1250	25
203-375	375	13.5	220	3	750	1650	25
203-500	500	13.5	220	3	750	2100	31

NOTA: Tipo Intemperie, con diámetro 10 cm. mayor que el diámetro en la tabla, Exterior de lámina galvanizada y aislamiento térmico adecuado.

Presión de trabajo 3.5 Kg./cm², surtimos para presiones mayores sobre pedido.

Calentador Eléctrico Instantaneo Automático

CATALOGO	KW.	VOLTS.	FASES	PRESION DE TRABAJO Kg/cm ²	DIMENSIONES mm.			TOMAS DE AGUA β
					FRENTE	ANCHO	ALTO	
208	12	220	3	4	390	270	870	13

III.a.3 CALENTADORES DE LEÑA Y CARBON.

En los lugares donde hace falta la electricidad o el gas pueden resultar útiles los calentadores de leña y carbón, o donde por ser los más económicos en el mercado satisfacen las necesidades principales de agua caliente para familias de bajos recursos. Están constituidos por una caldera tubular sobre cuya parrilla se quema el combustible colocado manualmente.

En este tipo de calentadores se transmiten 4,400 calorías al agua por cada kilogramo de carbon y de 700 a 1,500 calorías por cada kilogramo de leña seca. Con una eficiencia calorífica del 50 al 70 %.

La cantidad de combustible utilizado para calentar el agua se puede estimar con la siguiente expresión:

$$P = \frac{Q (T_2 - T_1)}{E C}$$

en donde:

- P = cantidad de carbón o leña en Kg.
- Q = cantidad de agua a calentar en lts/Hr.

- T_1 = temperatura inicial del agua en °C
 T_2 = temperatura final del agua en °C
 C = potencia calorífica del combustible en Cal/Kg
 E = eficiencia.

En cuanto a estos calentadores se refiere, solo se fabrican del tipo de almacenamiento.

Algunos modelos que se fabrican son:

MAGAMEX

MODELO	CAPACIDAD (LTS)	DIAMETRO EXTERIOR (CM)	ALTURA HASTA NIPLES	DISTANCIA ENTRE CENTROS DE NIPLES (CM)	PRESION HIDROSTATICA KG/CM2	PESO DEL CALENTADOR COMPLETO (VACIO) KGS.
R-2	36.2	29	114.0	15.5	9	19.0
R-3	53.2	29	145.0	15.5	9	22.9

CORONA

MODELO	CAPACIDAD DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO (LTS)	DIMENSIONES CM.	
		DIAMETRO	ALTURA
CORONA 1	18	30	90
CORONA 2	30	30	120
CORONA 3	47	30	150
GIGANTE	150	40	210

III.a.4 CALENTADORES DE PETRÓLEO

Los calentadores de petróleo son semejantes y funcionan similarmente a los calentadores de gas, excepto por algunos detalles de control de la flama. La cantidad de petróleo requerida puede calcularse con una expresión semejante a la mostrada para los calentadores de gas:

$$Q = \frac{8.3 Q (T_2 - T_1)}{H_o E}$$

en donde:

- Q = cantidad de combustible requerido en galones
- H_o = calor entregado por la combustión de un galón de petróleo en BTU
- T₂ = temperatura final del agua en °F
- T₁ = temperatura inicial del agua en °F
- E = eficiencia

Los calentadores de petróleo son menos eficientes que los de gas; variando esta eficiencia entre el 10 al 55 %

También cabe mencionar que es común que este tipo de calentadores se encuentre acondicionado para funcio--

nar con diesel. Comercialmente tenemos:

MAGAMEX

MODELO	CAPACIDAD EN LITROS	DIAMETRO EN CM.	ALTURA HASTA NIFLES EN CM.	DISTANCIA ENTRE CENTROS DE NIPLES EN CM.	PRESION HIDROSTATICA K0/CM2	PESO DEL CALENTADOR SIN AGUA EN KGS.
DM-2	36.2	29	114.0	15.5	9	24.0
DM-3	53.2	29	145.0	15.5	9	29.4

III.a.5 CALENTADORES SOLARES.

La fabricación de calentadores de agua en base al --
aprovechamiento de la luz solar es parte del inicio --
del desarrollo de la utilización de esta energía natu
ral en nuestro País.

El funcionamiento es simple, consiste en paneles lla
mados colectores, que reciben calor directamente de --
la luz solar, y éste es transmitido al agua por medio
de una superficie de contacto. Posteriormente el --
agua calentada de esta forma, es almacenada en un tan
que térmico que permite su utilización en el transcur

so del día, incluso de noche.

Uno de los inconvenientes en este sistema, es que el funcionamiento depende de la incidencia solar en el transcurso de todos los días del año.

Por otra parte el consumo de combustible es nulo, por lo que la amortización de su costo es a cortoplazo.

Puede ser muy útil en industrias o para uso doméstico pero su uso es bastante común en albercas

La cantidad de calor que es transmitida al agua puede calcularse como:

$$Q = K S G t$$

en donde:

Q = cantidad de calor transmitida al agua por la superficie de contacto en calorías.

K = Coeficiente de conductividad:

cobre k = 0.92

lamina de fierro galvanizado k = 0.14

vidrio k = 0.002

en $\left(\frac{\text{calorías}}{\text{cm}^2 \cdot \text{C} / \text{seg}} \right)$
cm

S = superficie de contacto (cm²)

- G = gradiente de temperatura = $\frac{T - T'}{d}$ para el que T es la temperatura en la cara exterior de la placa de contacto, T' la temperatura en la cara interior y de el espesor de dicha placa ($\frac{^{\circ}\text{C}}{\text{cm}}$)
- t = tiempo en el cual exista el mencionado -- gradiente de temperatura (seg.)

El poco desarrollo de estos equipos ha deficultado la recopilación de información más amplia de la variedad comercial, y sus características, por lo que a continuación se menciona una sola marca.

SOLARMEX

COLECTOR SOLAR PLANO	
DIMENSIONES EXTERIORES	0.92 x 1.83 x 0.11 m
CUBIERTA TRANSPARENTE	- Material: vidrio - Espesor: 0.004 m (4 mm)
ABSORBEDOR	- Material: cobre - Tubos Longitudinales de 3/8":9 - Tubos Transversales de 3/4":2 - Aletas: lámina calibre 30 - Pintura: oxidado por inmersión - Superficie: 1.60 m ²
AISLAMIENTO	- Material: fibra de vidrio - Espesor: 0.051 m.
GABINETE	- Material: perfiles en lámina negra calibre 18 - Tratamiento: galvanizado en caliente por inmersión

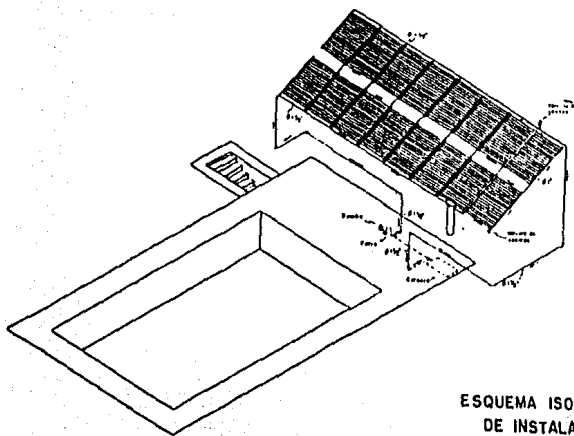
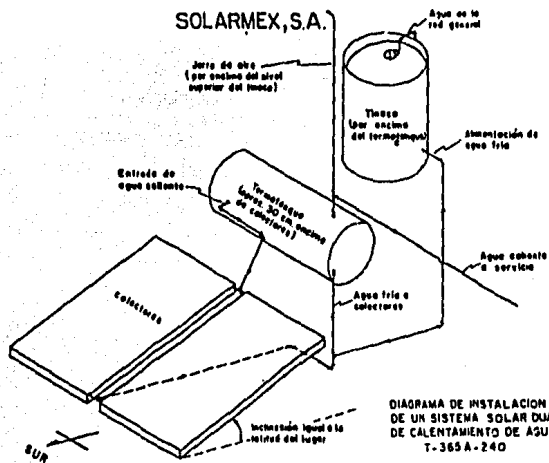
COLECTORES: El gasto aproximado que entrega un colector es de 125 Lts./día, ajustando el número de estos al gasto que se necesite en la instalación.

COLECTOR SOLAR PLANO SIN VIDRIO	
DIMENSIONES EXTERIORES	- 2.10 x 1.20 m
ABSORBEDOR	<ul style="list-style-type: none"> - Material: cobre - Tubos longitudinales de 3/8":20 - Tubos transversales de 1":2 - Aletas: Lámina calibre 30 - Separación entre tubos 0.10 m - Pintura: oxidado por inmersión - Superficie: 2.50 m²

**TANQUES DE ALMACENAMIENTO
TERMOTANQUES.**

	250 Lts.	500 Lts.
Dimensiones Exteriores	diámetro = 0.71 m longitud = 1.06 m	diámetro = 0.72 m longitud = 1.90 m
Tanque interior	diámetro = 0.65 m longitud = 0.88 m Material: lámina negra - calibre 14 Tratamiento: galvanizado en caliente por inmersión	diámetro = 0.66 m longitud = 1.66 m Material: lámina negra - calibre 14 Tratamiento: galvanizado en caliente por inmersión
Aislamiento	Material: fibra de vidrio Espesor: 0.051 m	Material: fibra de vidrio Espesor: 0.051 m
Recubrimiento exterior	Material: lámina galvanizada calibre 26	Material: lámina galvanizada calibre 26.
Conexiones	Entrada: 2 coples de 1" Salida: 2 coples de 1"	Entrada: 2 coples de 1" Salida: 2 coples de 1"

Complementario al sistema son los tanques térmicos --
 que para requerimientos mayores, también se pueden --
 acoplar varios de ellos en conjunto.

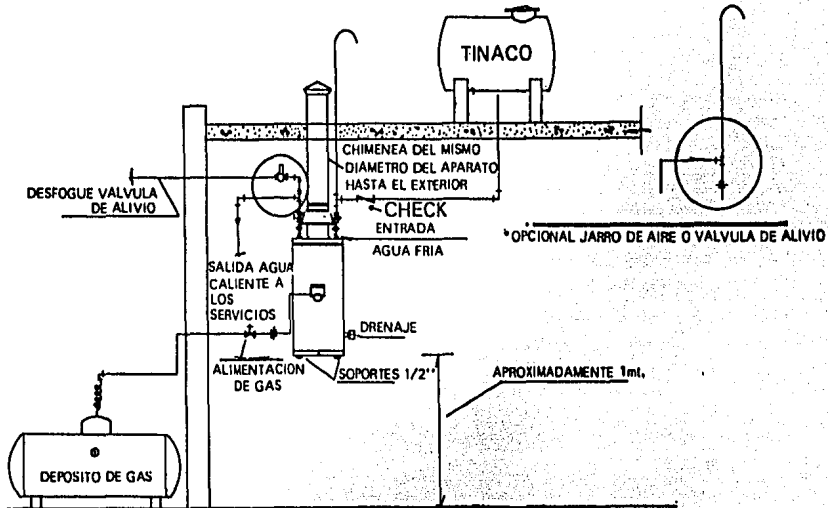


III.a.6 RECOMENDACIONES PARA LA INSTALACION DE CALENTADORES DOMESTICOS

- 1.- Instalación de válvula de retención en la alimentación de agua fría.
- 2.- Presión Máxima de trabajo 3.5 Kg/cm²
- 3.- Instalación de jarros de aire o válvulas de alivio en la tubería de agua caliente.
- 4.- Colocación de tuercas unión en las tuberías de agua fría, caliente y gas para facilidad de mantenimiento.
- 5.- Instalación en lugares ventilados y siempre fuera de los lugares habitados.
- 6.- proveer para los alimentados con gas, líneas a baja presión con tubería de 3/8" para distancias de hasta 10 m o de 1/2" para mayores de 10 y menores de 25 m.
- 7.- Proveer la descarga de los gases de combustión.

COMPLEMENTARIO

DIAGRAMA DE INSTALACION DEL CALENTADOR



III.b. DISPOSITIVOS COMERCIALES PARA LA PRODUCCION CENTRAL DE AGUA CALIENTE.

Como se mencionó en el capítulo anterior, los sistemas Centrales de Producción de Agua Caliente, resuelven el problema de suministro de ésta en las grandes edificaciones, satisfaciendo las grandes demandas. En esta sección se describirán y presentarán los equipos de calentamiento utilizados actualmente en dichos

sistemas, en cuanto a características y especificaciones se refiere, quedando esto como antecedente complementario para el cálculo y diseño de los equipos descritos en el siguiente capítulo. Asimismo, se aclara que sería muy difícil abarcar todas las marcas que -- circulan actualmente en el mercado, pero se han seleccionado las más importantes.

Como parte principal de los equipos de calentamiento-utilizados para la producción central tenemos la Caldera, considerada como un calentador de gran tamaño y se complementa con algunos accesorios hidráulicos que se pueden o no utilizar como lo son, el Tanque de Almacenamiento, Intercambiadores de Calor, Equipos de Acondicionamiento de Agua. Termómetros, Acuastatos, - Valvulas, Manómetros, etc., y se clasifica el sistema dependiendo del arreglo que tenga la caldera con respecto a sus accesorios hidráulicos (sistemas de calentamiento directo, directo con tanque de almacenamiento, indirecto con intercambiador de calor a base de agua

agua o vapor, combinado con tanque de almacenamiento, etc.)

Las calderas se clasifican básicamente dentro del mercado en tres tipos:

- Calderas de Tubos de Fuego
- Calderas de Tubos de Humo
- Calderas de Tubos de Agua

En los dos primeros tipos, el principio de funcionamiento es prácticamente el mismo; el cuerpo de la caldera es el tanque donde es calentada el agua por medio de unos fluxes o tubos que atraviezan la masa de agua y por los cuales circula la llama o los gases -- producto de la combustión en las calderas de tubos de agua, ésta es la que circula por los tubos al paso -- que son calentados por una llama.

La mayoría de las marcas fabricantes, da opción a seleccionar el tipo de combustible que se deseé consumir, ya sea gas, diesel o combustóleo. Las calderas-

a base de carbón, están actualmente fuera de uso, al menos en lo que al mercado actual se refiere, por lo que no se mencionarán.

Otra característica de la caldera es que puede ser -- productora de agua caliente o de vapor. También en esto, no difieren unas considerablemente de las otras, pues en la mayoría de los casos la caldera es básicamente la misma, siendo la diferencia que en las calderas de vapor se cuenta con un control del nivel del agua dentro del cuerpo de ésta, proporcionando la producción de vapor, y en las calderas de agua caliente el cuerpo trabaja completamente lleno.

III.b.1 CALDERAS DE TUBOS DE FUEGO Y CALDERAS DE TUBOS DE HUMO.

Este tipo de calderas, es el que se encuentra más comúnmente en el mercado. El funcionamiento es enteramente similar entre ellas, que consiste en un recipiente conteniendo el agua a través del cual pasan unos fluxes por los que circula el calor.

El recorrido de la flama y los gases dentro del recipiente, puede ser en varios pasos, es decir, al ser obligada la trayectoria de la flama y los gases a través de los tubos llamados fluxes, estos pueden recorrer lo largo del recipiente desde una a cuatro veces por lo que se les clasifica como de un paso, dos pasos, tres pasos y cuatro pasos. De ahí que exista la diferenciación entre calderas de tubos de fuego (uno y dos pasos) y calderas de tubo de humo (tres y cuatro pasos).

En las calderas de tubos de fuego, la flama hace el recorrido por los fluxes, siendo la operación mucho -

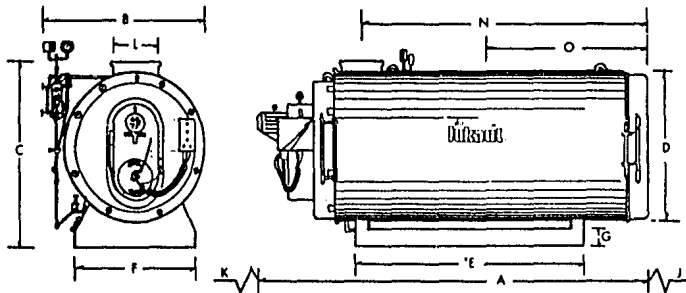
más sencilla y con pocos problemas por la sedimentación de hollín en éstos, si bien tienen el inconveniente de desperdiciar el calor de los gases producto de la combustión.

En las calderas de tubo de humo, son aprovechados los gases debiendo tener mayor cuidado en cuanto a su mantenimiento, pues el hollín acumulado en los fluxes -- suele ocasionar una mala circulación y riesgos poco deseables.

A continuación se presentan algunos modelos comerciales:

CALDERAS DE TUBOS DE FUEGO

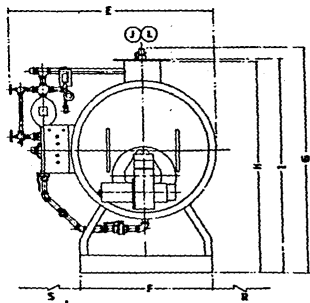
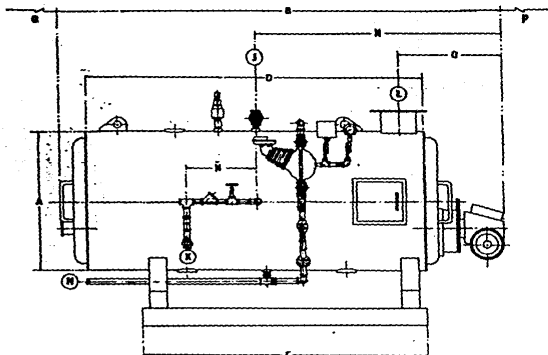
LUKAUT



Modelo Turbo 2-20-100 (2 pasos)
Generador de vapor o agua caliente

MODELO	TURBO-2-20	TURBO-2-30	TURBO-2-40	TURBO-2-50	TURBO-2-60	TURBO-2-80	TURBO-2-100
Capacidad en Caballos Vapor por hora	20	30	40	50	60	80	100
Superficie de Calefacción, M ²	9.90	14.9	19.4	24.3	28.43	38.4	46.8
Capacidad en 1000 Btu/Hr.	669	1004	1338	1673	2008	2676	3345
Capacidad en Kgs. de vapor/Hr. D y A 100° C.	312	468	624	780	936	1248	1566
Motor del quemador HP	3	3	3	3	3	3	3
Consumo de Diesel a toda su capacidad Lts./Hr. (10500 Kcal/Hr.)	20	30	40	50	60	80	100
Consumo de Gas a toda su capacidad Mtr./Hr. (8400 Kcal/Hr.)	24	36	48	60	72	96	120
Consumo de Combustoleo a toda su capacidad Lts. Hr. (10500 Kcal/Hr.)	20	30	40	50	60	80	100
DIMENSIONES (EN MM.)							
A Longitud Total	3400	3750	3955	4050	4050	4220	4560
B Ancho Total	1440	1630	1700	1800	1900	1940	2040
C Altura Total	1510	1700	1765	1870	1930	2050	2100
D Diámetro Total	1055	1230	1310	1390	1460	1550	1650
E Longitud de la Base	1650	1900	2130	2130	2130	2280	2440
F Ancho de la Base	915	1118	1170	1220	1321	1423	1524
G Altura de la Base	152	152	152	152	152	203	203
H Cantidad de Tubos FLUX de 3"	17	22	27	36	44	57	68
I Longitud de Tubos FLUX	1700	1950	2180	2180	2180	2360	2470
J Distancia libre atrás	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3000
K Distancia libre adelante	1500	1500	2000	2000	2000	2000	2000
L Diámetro de la Chimenea	304	304	304	406	406	406	406
M Altura de la Chimenea	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000
N Localización de la Chimenea	2460	2760	3000	3000	3000	3150	3380
O Localización de la salida de vapor	1550	1570	1720	1740	1750	1800	1860
P Diámetro de la salida de vapor (alta presión)	50.8	50.8	50.8	50.8	76.2	76.2	76.2
Q Diámetro de la conexión de agua **	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4
R Diámetro de la conexión de Diesel ó combustoleo	6.35	6.35	6.35	6.35	6.35	6.35	6.35
S Diámetro de la conexión de gas	25.4	38.1	38.1	50.8	50.8	50.8	63.5
T Entrada de agua a la caldera (baja presión)	50.8	76.2	76.2	76.2	101.6*	101.6*	101.6*
U Salida de vapor (baja presión)	76.2	101.6*	101.6*	101.6*	152.4*	152.4*	152.4*
V Entrada de agua a la caldera (como calentador)	50.8*	76.2*	76.2*	76.2*	101.6*	101.6*	152.4*
W Salida de agua (como calentador)	50.8*	76.2*	76.2*	76.2*	101.6*	101.6*	152.4*
Peso aproximado vacío kgs.	1400	2000	2400	2600	3500	4000	5000
Peso aproximado a nivel normal de agua kgs.	1950	2800	3300	3600	4600	5200	6600
Peso aproximado totalmente llena de agua kgs.	2350	3600	4200	4600	5700	6400	7800
Motor de la Bomba de Agua, HP.***	3	3	3	5	5	5	5

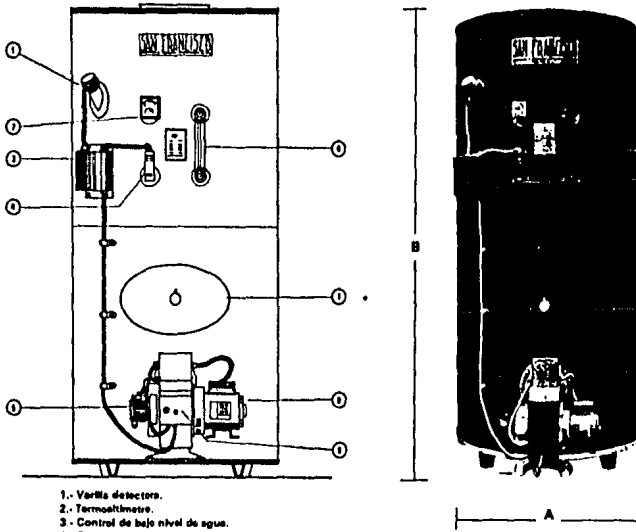
- * El asterisco indica conexión brida. Todas las demás son roscadas
- ** Para el tanque de almacenamiento
- *** No utiliza cuando trabaja como calentador de agua



		CM-2010	CM-2015	CM-2020	CM-2030
		10	15	20	30
DATOS TECNICOS					
KCAL / HR		84357.0	126535.0	168714.0	253.0710
BTU / HR		334750.0	507125.0	669500.0	1004250.0
KG / HR		156.5	234.7	313.0	469.0
LBS / HR		344.7	516.9	689.4	1034.1
MTS ²		6.04	7.73	10.72	14.86
PIES ²		66.23	83.17	115.35	159.9
DIMENSIONES GENERALES					
DIAMETRO DE LA CALDERA	A MM	838.2	838.2	1016.0	1219.2
TOTAL DE LA CALDERA	B MM	2159.0	2489.2	2881.31	3403.6
DE LA BASE	C MM	1301.7	1631.9	1949.45	2184.4
DEL CUERPO DE LA CALDERA	D MM	1606.5	1936.7	2254.25	2527.3
TOTAL DE LA CALDERA	E MM	1263.65	1263.65	1336.67	1645.0
DE LA BASE	F MM	762.0	762.0	939.0	1163.0
TOTAL DE CALDERA	G MM	1371.6	1371.6	1620.83	1958.9
A SALIDA DE VAPOR	H MM	1257.3	1257.3	1557.33	1758.9
A LA SALIDA DE GASES	J MM	1308.1	1308.1	1498.6	1701.8
CONEXIONES DE LA CALDERA					
DE SALIDA DE VAPOR	J MM	25.4	25.4	38.1	38.1
ENTRADA DE AGUA	E MM	25.4	25.4	25.4	25.4
DE SALIDA DE GASES	I MM	25.0	25.0	30.8	35.6
PURGA DE FONDO	M MM	25.4	25.0	38.1	38.1
DE SALIDA DE VAPOR	H MM	1200.15	1377.95	1620.83	1974.8
ENTRADA DE AGUA	B MM	390.52	390.52	390.52	390.52
DE SALIDA DE GASES	D MM	552.45	552.45	617.53	920.75
REQUERIMIENTOS					
AGUA	LTS / HR	156.5	234.7	313.0	469.5
GAS NATURAL	MTS ³ / HR	12.63	18.95	25.27	37.91
GAS BUTANO	KG / HR	9.54	14.32	19.09	28.64
DIESEL	LTS / HR	12.24	18.36	24.48	36.72
CARGA ELECTRICA					
DEL QUEMADOR	HP	0.25	0.25	0.25	0.25
DE LA BOMBA DE AGUA	HP	1.00	1.00	1.00	1.00
CUARTO DE MAQUINAS					
AL FRETE	P MM	482.6	875.5	1014.4	971.5
HACIA ATRAS	Q MM	1000.0	1000.0	1100.0	1300.0
AL LADO DERECHO	R MM	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
AL LADO IZQUIERDO	S MM	1500.0	1500.0	1500.0	1500.0
PESOS					
DE EMBARQUE	KG	920.0	1280.0	1540.0	2120.0
LLENA DE AGUA	KG	1235.0	1690.0	2260.0	3240.0

SAN FRANCISCO

Modelo 600 (un paso) Generador Vertical de Agua Cal.



- 1.- Varilla detectora.
- 2.- Termómetro.
- 3.- Control de bajo nivel de agua.
- 4.- Control de temperatura.
- 5.- Bomba de combustible.
- 6.- Columna de nivel.
- 7.- Registro de Hombre con métrica de flama.
- 8.- Quemador.
- 9.- Control de falla de flama.

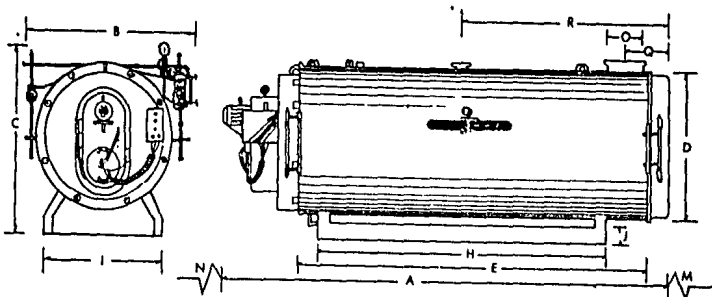
ESPECIFICACIONES	M O D E L O						
	601	603	605	607	609	611	
Agua/hora a 37°C (Δ 20°C)	1,750	2,700	3,250	4,800	6,100	8,950	
CAPACIDAD	BTU en 1000's	122	206	265	356	475	705
	Calorías en 1000's	31	52	67	90	120	178
Superficie de calefacción en m.2	2.15	3.5	4.5	6.0	8.0	11.9	
Superficie de calefacción en pies 2	22.9	37	48	64	86	127	
Diámetro de la caldera A	650	739	823	825	940	1020	
Altura de la caldera B	1283	1593	1593	1693	1893	2190	
Diámetro de la chimenea	203	254	254	254	304	356	
Altura de la chimenea en m.	5.40	5.40	6.30	6.30	7.20	8.10	
Entrada agua fría	51	51	51	63	76	76	
Salida agua caliente	51	51	51	63	76	76	
Peso aproximado en operación	516	566	668	962	1,162	1,749	

Modelo 700 (2 pasos) Generador Horizontal de Agua C.

CONCEPTS (Conceptos)		MODEL 700 (Modelo)					
SERIE		701	702	703	704	705	706
Power (Cavalo Vapor Caldera)		15	20	25	30	35	40
Capacity (Capacidad)	RTU in 1000s	600	752	900	1152	1200	1500
	M. Cal/hr. in 1000s	1.50	1.88	2.25	2.93	3.00	3.75
Heating Surface in square meters		10	12.5	15	17.5	20	2.8
Superficie de calefacción m ²							
Heating Surface in square feet		107	134	161	188	216	2.68
Superficie de calefacción pies							
Boiler diameter in meters		0.90	0.95	1.23	1.11	1.23	1.21
Diámetro de la caldera en metros (A)							
Boiler length in meters		1.90	1.95	2.44	2.25	2.44	3.14
Longitud de caldera en metros (B)							
Hot water to 45 °C		3555	4170	5000	5840	6600	8300
Agua/hora a 45 °C							
Cold water inlet		51	51	63	63	76	76
Entrada de agua fría							
Hot water outlet		51	51	63	63	76	76
Salida de agua caliente							
Chimney diameter		304	304	304	304	304	304
Diámetro de la chimenea							
Chimney height in meters		5.40	5.40	6.30	6.30	7.20	7.20
Altura de la chimenea en metros							

CALDERAS DE TUBOS DE HUMO.

LUKAUT



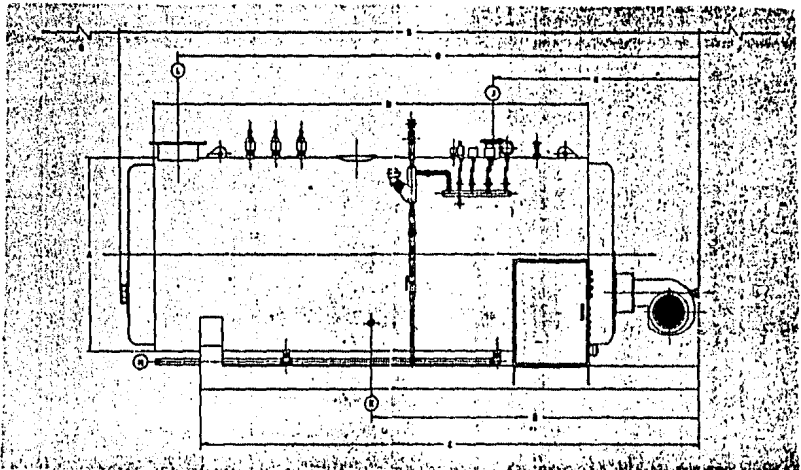
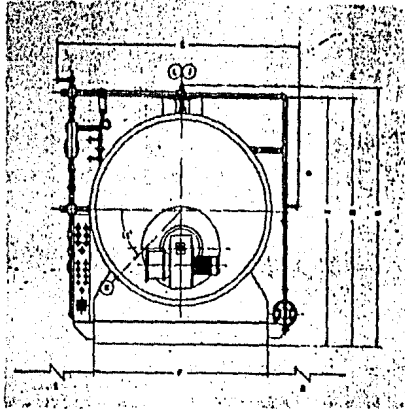
Modelo Turbo 2-150-600
Generador de Vapor o Agua Caliente

MODELO	Turbo-3-150	Turbo-3-200	Turbo-3-250	Turbo-3-300	Turbo-3-350	Turbo-3-400	Turbo-3-500	Turbo-3-600
Capacidad en caballo vapor por hora	150	200	250	300	350	400	500	600
Superficie de calefacción M ²	85.24	103.6	131.4	155.6	171.53	201	245.66	299
Capacidad en 1000 BTU./hr.	5017	6690	8362	10,035	11707	13380	16,725	20,070
Capacidad en Kgs. de vapor/hr. D y A 100° C.	2347	3130	3912	4,695	5477	6260	7825	9,390
Motor del quemador H.P.	7.5	7.5	10	10	15	20	20	20
Consumo de diesel a toda su capacidad Lit./hr. (10500 Kcal./hr.)	150	200	250	300	350	400	500	600
Consumo de GAS a toda su capacidad M ³ /hr. (8400 Kcal./hr.)	180	240	300	360	420	480	600	720
Consumo de combustóleo a toda su capacidad Lit./hr. (10500 Kcal./hr.)	150	200	250	300	350	400	500	600
DIMENSIONES (EN MM)								
A Longitud total	6040	6830	6200	6900	7500	6300	7300	8300
B Ancho total	2050	2050	2540	2540	2540	3100	3100	3100
C Altura total	2120	2120	2550	2550	2550	3100	3100	3100
D Diámetro total	1650	1650	2050	2050	2050	2600	2600	2600
E Longitud del cuerpo	4410	5160	4572	5250	5900	4640	5640	6640
F Diámetro cámara de combustión	635	635	838	838	838	1117	1117	1117
G PASOS cámara de combustión	3	3	3	3	3	3	3	3
H Longitud de la base	3500	4270	3600	4300	4750	4000	4500	5500
I Ancho de la base	1520	1520	1520	1520	1520	1630	1630	1630
J Altura de la base	203	203	203	203	203	254	254	254
K Cantidad de tubos flux de 63.5 mm (2 1/2")	110	110	167	167	167	268	268	268
L Longitud de tubos flux total	3540	4300	3630	4300	4750	3750	4290	5290
M Distancia libre atrás	4000	4500	4000	4500	5000	4000	4500	5500
N Distancia libre adelante	2000	2000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
O Diámetro de la chimenea	508	508	508	760	760	760	760	760
P Altura de la chimenea	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000
Q Localización de la chimenea	630	630	630	740	740	740	740	740
R Localización de la salida de vapor	2830	3050	2750	3100	3500	2850	3375	4375
S Diámetro de la salida de vapor (alta presión)	101.6	152.4	152.4	152.4	152.4	152.4	203.2	203.2
T Diámetro de la conexión de agua	50.8	50.8	50.8	50.8	50.8	50.8	50.8	50.8
U Diámetro de la conexión de diesel o combustóleo	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4
V Diámetro de la conexión de GAS	38.1	38.1	50.8	50.8	50.8	63.5	63.5	63.5
W Entrada de agua a la caldera (baja presión)	50.8	50.8	50.8	50.8	50.8	50.8	50.8	50.8
X Salida de vapor (baja presión)	203.2	254	254	254	254	254	304.8	304.8
Y Entrada de agua a la caldera (como calentador)	203.2	254	254	254	254	254	304.8	304.8
Z Salida de agua (como calentador)	203.2	254	254	254	254	254	304.8	304.8
Peso aproximado vacío Kgs.	8000	12500	12500	14000	16 000	19 000	24 000	28000
Peso aproximado a nivel normal de agua Kgs.	10500	15500	15500	17500	20000	23500	29500	34500
Peso aproximado totalmente lleno de agua Kgs.	13000	18500	18500	21000	24000	28000	35000	42000
Motor de la bomba de agua H.P. (150 psi)	7.5	7.5	7.5	7.5	10	10	15	15

MYRGO

Modelo CM-30 (3 pasos)

Generador de Vapor o Agua Caliente



MODELO		CM-3040	CM-3050	CM-3060	CM-3080	CM-3100	CM-3125	CM-3150	CM-3200	CM-3250	CM-3300	CM-3400	CM-3500	CM-3600	CM-3700	
CABALLOS CALDERA		40	50	60	80	100	125	150	200	250	300	400	500	600	700	
DATOS TÉCNICOS																
POTENCIA DE SALIDA	KCAL/HR	337478	421785	508142	674854	81570	1054467	1265355	1687140	2108925	2530710	3374280	4217850	5081420	5904990	
	BTU/HR	1339080	1623350	2008300	2618000	313500	4184375	5021250	6495000	8368750	10042500	13390800	16233500	20083000	24135000	
EVAPORACION DE Y A 100 °C	KG/HR	824.0	1021.5	1238.0	1652.0	195.0	2552.0	3130.0	4030.0	5130.0	6495.0	8590.0	10725.0	13275.0	16050.0	
	LIBS/HR	1937.2	2454.8	2945.8	3954.4	443	6303.64	7668	10075.5	12658	16325	21072	26588	33015	40110	
SUPERFICIE DE CALEFACCION	M ²	20.04	24.57	29.82	39.19	4.14	67.89	89.76	116.18	148.36	195.20	249.40	308.12	378.12	456.00	
	PIES ²	215.70	264.46	324.49	421.82	44.16	676.92	759.88	1051.39	1250.51	1628.96	2101.05	2685.82	3041.79	3521.29	
DIMENSIONES GENERALES																
LONGITUD	DIAMETRO DE LA CALDERA	A	MM	1346.20	1346.20	1447.80	1655.00	1811.00	1778.00	1955.80	1955.80	2235.20	2565.40	2565.40	2841.60	
	TOTAL DE LA CALDERA	B	MM	3861.15	4376.20	4471.95	4391.00	4448.82	5245.10	5222.92	5921.37	6451.62	7018.12	4400.82	3718.41	3820.02
	DE LA BASE	C	MM	3194.05	3711.10	3440.15	3468.95	4277.75	4466.22	4064.10	5073.45	6089.05	7143.35	5000.85	5000.85	5844.55
ANCHO	DEL CUERPO DE LA CALDERA	D	MM	1527.30	1054.35	2032.10	2914.45	1741.45	3768.72	4114.55	4235.45	4714.10	5383.20	4401.35	5721.35	6544.85
	TOTAL DE LA CALDERA	E	MM	1714.50	1587.50	1868.90	1985.13	1871.13	2149.47	2169.47	2562.72	2562.72	2946.40	3222.40	3222.40	3288.82
	DE LA BASE	F	MM	1720.00	1720.00	1371.60	1545.40	1676.40	1676.40	1854.70	1854.70	2133.60	2133.60	2133.60	2133.60	2133.60
ALTURA	TOTAL DE LA CALDERA	G	MM	1862.15	1862.15	2073.72	2370.12	1737.12	2487.13	2487.13	2746.72	2746.72	3524.75	3524.75	3643.30	
	A LA SALIDA DE VAPOR	H	MM	1739.90	1739.90	1833.3	2089.15	1841.15	2216.15	2311.40	2540.00	2552.70	2882.90	3384.50	3387.20	3654.40
	A LA SALIDA DE GASES	I	MM	1866.90	1866.90	1930.40	2209.80	1731.80	2362.20	2362.20	2590.80	2590.80	2870.20	3351.10	3357.10	3505.20
CONEXIONES DE LA CALDERA																
DIAMETRO	DE SALIDA DE VAPOR	J	MM	50.8	50.8	50.8	76.2	76.2	101.6	101.6	152.4	152.4	152.4	203.2	203.2	
	ENTRADA DE AGUA	K	MM	25.4	25.4	25.4	38.1	38.1	38.1	38.1	50.8	50.8	50.8	50.8	50.8	
	DE SALIDA DE GASES	L	MM	457.2	457.2	457.2	508	508	508	508	609.6	609.6	609.6	762	762	
LOCALIZACION	PURGA DE FONDO	M	MM	38.1	38.1	38.1	50.8	50.8	50.8	50.8	50.8	50.8	50.8	50.8	50.8	
	DE SALIDA DE VAPOR	N	MM	3043.75	3114.55	2101.85	3222.50	2620.30	3527.30	2527.30	2457.45	2482.85	2482.85	2743.20	3143.20	2844.80
	ENTRADA DE AGUA	O	MM	1341.57	2178.80	2198.77	2111.45	1919.85	3122.61	3311.52	3546.47	3498.85	4064.05	4064.05	4368.80	4368.80
DE SALIDA DE GASES	P	MM	3295.65	3822.70	3400.65	3187.77	4344.57	4673.60	5019.47	5286.37	5965.82	6330.95	5854.70	6972.30	7073.80	
REQUERIMIENTOS																
CONSUMOS MAXIMOS	AGUA	LTS/HR	826.0	1021.5	1238.0	1652.0	195.0	2552.0	3130.0	4030.0	5130.0	6495.0	8590.0	10725.0	13275.0	
	GAS NATURAL 1000 BTU/PIE ³	M ³ /HR	47.39	59.26	71.10	94.78	14.47	188.07	177.70	236.94	291.37	355.41	473.88	592.31	710.45	
	DIESEL 18000 BTU/GAL	LTS/HR	45.70	57.39	68.85	91.87	14.17	183.45	172.15	229.53	286.92	354.08	457.85	569.39	688.62	
COMBUSTIBLE 15000 BTU/GAL	LTS/HR				84.47	15.59	191.98	158.38	211.17	263.97	316.77	422.36	527.95	633.54	739.13	
CARGA ELECTRICA																
MOTOR	DEL VENTILADOR	HP	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	5.00	5.00	5.00	10.00	10.00	10.00	
	DE LA BOMBA DE ACEITE	HP	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	
	CALENTADOR DE ACEITE	KW				6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	
	DE LA BOMBA DE AGUA	HP	2.00	2.00	2.00	4.00	4.00	4.00	4.00	7.50	7.50	10.00	10.00	10.00	10.00	
CUARTOS DE MAQUINAS																
ESPACIO MINIMO	AL FRENTE	P	MM	1183.80	1720.85	1411.45	1396.45	1411.85	2238.33	2441.60	2406.45	3098.80	3422.45	2344.2	3494.53	
	HACIA ATRAS	Q	MM	1295.40	1395.40	1391.00	1608.20	1628.20	1727.20	1905.00	1854.40	1841.20	2163.60	2463.80	2540.00	
	AL LADO DERECHO	R	MM	1000.12	1000.12	1000.12	1000.12	1000.12	1000.12	1698.60	1698.60	1698.60	1838.30	1838.30	1838.30	
	AL LADO IZQUIERDO	S	MM	1022.40	1022.40	1022.40	1022.40	1022.40	1022.40	2032.00	2032.00	2032.00	2032.00	2032.00	2032.00	
PESOS																
PESOS APROXIMADOS	DE EMBARQUE	KG	4162	4750	5230	6170	7100	8500	9500	11915	12500	13800	22500	24000	30000	
	EN OPERACION	PODS	5800	6245	7087	8480	9800	12242	13469	15890	17916	19800	32115	37816	44097	
	COMPLETAMENTE LLENA DE AGUA	KG	5967	6880	7675	8980	11000	13061	15483	17640	19316	21620	34200	40200	48400	

SAN FRANCISCO

Modelo 3Y-P (3 pasos) Generador de Vapor

CONCEPTS (Conceptos)	M O D E L O											
Boiler Horse Power (Caballos Vapor Caldera)	20	30	40	50	60	80	100	125	150	200	300	500
CAPACITY (Capacidad)	B.T.U. in 1000 hrs											
	670	1005	1340	1635	2010	2680	3350	4180	5070	6700	10050	16760
	Calorías en 1000 hrs											
	169	253	336	420	502	676	848	1080	1300	1700	2550	4250
Kg/hr in steam trough Vapor en Kg/hr de salida	315	470	626	782	959	1252	1565	1950	2300	3000	4500	7500
Boiler diameter (Diámetro de Caldera) A	850	993	1095	1095	1095	1340	1440	1440	1665	1954	2263	2663
Boiler length (long. de caldera) B	1900	2000	2440	2690	3060	3300	3400	3660	4290	5300	6487	7723
Boiler total height (altura total cald.) C	1300	1293	1628	1700	1700	1840	1900	1900	2207	2657	3123	3723
Water inlet (Entrada de agua)	25	25	25	32	32	32	32	38	50	50	50	63
Steam out let (Salida de vapor)	38	38	51	63	63	76	76	101	101	112	112	123
Basement width (Ancho de base) D	850	950	1000	1000	1000	1340	1450	1450	1660	1963	2200	2600
Basement length (Largo de base) E	1650	1750	2190	2300	2500	2600	2700	2910	3020	3410	4126	5126
Total length (Largo total) F	2600	2750	3100	3420	3800	4150	4350	4520	5037	5977	7166	8766
Chimney diameter (Diámetro chimenea) G	203	228	254	304	304	355	355	406	406	457	507	610
Chimney height in meters (Alt. chimenea en m.)	4.5	4.50	5.40	5.40	5.40	5.40	6.30	6.30	7.30	8.30	9.30	11.30
Heating surface in square meters Superficie de calefacción en m ²	95	140	180	240	280	380	450	550	650	850	1250	2050
Heating surface in square feet Superficie de calefacción en pies	102	150	204	258	301	408	478	590	698	908	1350	2225
Approximate operation weight Peso aproximado de operación	1423	2093	2624	3166	3736	4892	5470	6032	7000	8100	10300	13300

SELMEC

CALDERA MONITOR MODELO	M-20	M-40	M-60
Capacidad en Caballos Caldera CC	20	40	60
Capacidad (desde y-a 100°C) kg/hr vapor	314	627	941
Miles de KCal/hr (en calderas de agua caliente)	169	338	507
Superficie calefacción (m ²)	9.29	18.58	27.87
CONSUMOS			
Agua (litros/hr)	314	627	941
Diesel (a plena carga), (Lts/hr)	20.6	41.3	62.0
Gas natural (a plena carga), (m ³ /hr)	23.8	47.5	71.3
Gas L.P. (a plena carga), (Kg/hr)	18.6	37.2	55.8
Potencia motor eléctrico ventilador (HP)	3/4	1 1/2	3
Corriente eléctrica circuito control (KW)	0.5	0.5	0.5
Pot. motor eléctrico, bomba agua aliment.(') (HP)	2.0	2.0	3.0
(') Para calderas de vapor de máx. 9.5 Kg/cm ² (135 Lbs/pulg ²)			
PESOS			
Caldera vacía (Kg)	1400	2000	2970
Caldera a su nivel normal de agua (Kg)	1940	2960	4185
Caldera ahogada (Kg)	2050	3190	4580

III.b.2 CALDERAS DE TUBOS DE AGUA

Al contrario de las anteriores, en éstas el agua o va por está contenido dentro de unos tubos intercambia--dores o serpentines y el fuego en el exterior de és--tos.

Presentan algunas ventajas en comparación con las calderas de tubos de humo, pues en términos generales --ocupan menos espacio, son más eficientes, tienen me--

nor riesgo en el aspecto de seguridad, pero comparando dos equipos de producción similar son éstas más -- costosas.

Este tipo de caldera por su forma de calentar el agua están expuestas a una fuerte incrustación de minerales de calcio, por lo que hay que cuidar mucho el aspecto del tratamiento de agua que circulará por ella. Esto ocasiona que muy frecuentemente sean utilizadas en combinación con un intercambiador de calor y un -- tanque de almacenamiento.

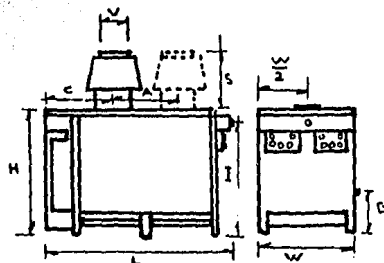
Algunos modelos de calderas de tubos de agua son los siguientes:

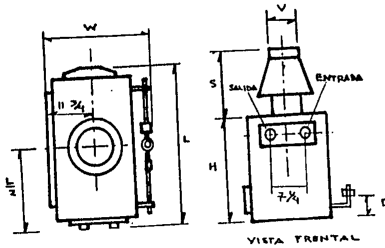
CALDERAS DE TUBOS DE AGUA

TELEDYNE LAARS

Modelo L.C

Generador de Agua Cal.





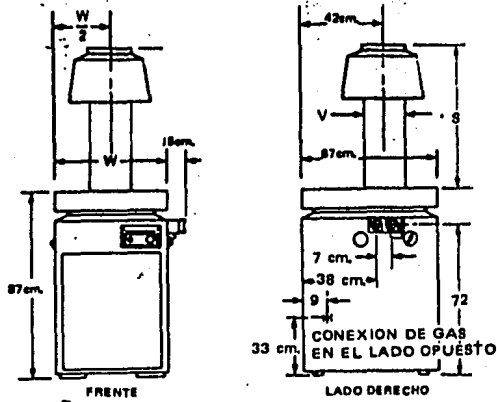
INDUCTOR DOBLE DIM "A" cms.

- LC 4/21 y 5/18 90
- LC 5/19 a 6/18 100
- LC 6/19 a 7/20 110
- LC 7/21 120

MODELO	GAS NATURAL		Capacidad Repuye 11/hr 55°C	Toma de agua	DIMENSIONES EN CENTIMETROS										(2) BOMBA REQUERIDA MINIMA Carga m ³ /Min.	CONEXIONES AGUA		PESO APROX. Kg.
	Ca. GAL Entrada	Ca. GAL Salida			Diám. cm.	W. cm.	H. cm.	S. cm.	V. cm.	G. cm.	C. cm.	Diám. cm.	Prof. cm.	Diám. cm.		Prof. cm.		
CA150	7,800	50,240	1,664	1.19	0.23	56	70	77	46	15	27	1/2	150	4.50	1.50	60	50	100
CA230	93,000	56,400	844	1.19	0.3	58	70	77	56	18	27	1/2	150	4.50	1.50	60	50	120
CA280	70,500	56,400	1,025	1.19	0.4	57	73	70	66	21	27	1/2	150	4.50	1.50	60	50	140
CA350	93,200	70,560	1,280	1.19	0.4	58	73	70	77	23	27	1/2	150	4.50	1.50	60	50	155
CA420	105,800	94,640	1,542	1.19	0.5	58	73	70	79	26	32	1/2	150	5.40	1.50	60	50	185
CA490	123,500	96,800	1,796	1.19	0.6	58	78	77	82	28	32	1/2	150	5.40	1.50	60	50	220
CA560	141,000	112,880	2,051	1.19	0.7	58	78	77	82	28	32	1/2	180	8.00	1.50	60	50	230
CA630	158,700	128,960	2,306	1.19	0.7	58	78	77	84	31	32	1/2	180	8.00	1.50	60	50	260
CA700	176,400	145,040	2,560	1.19	0.8	58	78	77	89	36	32	1/2	180	8.00	1.50	60	50	280
CA770	194,100	161,120	2,814	1.19	0.8	58	80	77	89	36	32	1/2	340	8.00	1.50	60	50	300
CA840	222,800	183,440	3,331	1.19	0.9	58	80	77	89	36	32	1/2	340	8.00	1.50	60	50	335
CA910	264,600	211,680	3,848	1.19	1.2	58	80	77	94	41	32	1/2	340	8.00	1.50	60	50	425
CA1050	299,900	239,920	4,365	1.19	1.3	58	80	77	94	41	32	1/2	340	8.00	1.50	60	50	460
CA1200	344,800	274,800	4,882	1.19	1.3	58	75	90	113	41	47	1/2	340	8.00	1.50	60	50	520
CA1350	390,000	280,000	5,000	1.19	1.4	58	75	90	118	46	47	1/2	340	8.00	1.50	60	50	560
CA1500	434,000	315,200	5,700	1.19	1.6	58	100	90	118	45	47	1/2	570	11.00	1.50	60	50	650
CA1650	479,000	367,600	6,600	1.19	1.9	58	100	90	123	51	47	1/2	570	11.00	1.50	60	50	760
CA1800	524,000	420,000	7,600	1.19	2.0	58	100	90	128	56	47	1/2	570	11.00	1.50	60	50	765
CA1950	569,000	470,000	8,600	1.19	2.4	58	130	90	134	62	47	1/2	760	12.50	1.50	60	50	890
CA2100	614,000	520,000	10,000	1.19	2.8	58	130	90	134	62	47	1/2	760	12.50	1.50	60	50	960
CA2250	659,000	570,000	11,000	1.19	3.2	58	130	98	127	56	52	1/4	760	17.00	1.00	83	76	930
CA2400	704,000	620,000	12,000	1.19	3.4	58	130	98	134	62	52	1/4	1000	17.00	1.00	83	76	1000
CA2550	749,000	670,000	13,000	1.19	3.6	58	130	98	134	62	52	1/4	1000	17.00	1.00	83	76	1100
CA2700	794,000	720,000	14,000	1.19	3.9	58	130	98	134	62	52	1/4	1000	17.00	1.00	83	76	1140
CA2850	839,000	770,000	15,000	1.19	4.1	58	130	98	117	2.46	52	100	1000	17.00	1.00	83	76	1200
CA3000	884,000	820,000	16,000	1.19	4.4	58	155	98	117	2.46	52	85	1250	17.00	1.00	83	76	1340
CA3150	929,000	870,000	17,000	1.19	4.6	58	155	98	123	2.51	52	84	1250	17.00	1.00	83	76	1500
CA3300	974,000	920,000	18,000	1.19	4.9	58	155	98	123	2.51	52	81	1250	17.00	1.00	83	76	1600
CA3450	1,019,000	970,000	19,000	1.19	5.1	58	155	98	123	2.51	52	81	1500	15.50	1.30	83	76	1680
CA3600	1,064,000	1,020,000	20,000	1.19	5.3	58	180	98	127	2.56	52	79	1500	15.50	1.30	83	76	1760
CA3750	1,109,000	1,070,000	21,000	1.19	5.5	58	180	98	127	2.56	52	84	1500	15.50	1.30	83	76	1820
CA3900	1,154,000	1,120,000	22,000	1.19	5.7	58	180	98	127	2.56	52	80	1500	15.50	1.30	83	76	1880
CA4050	1,199,000	1,170,000	23,000	1.19	5.9	58	205	98	127	2.56	52	76	1740	16.40	1.30	83	76	1950
CA4200	1,244,000	1,220,000	24,000	1.19	6.1	58	205	98	127	2.56	52	79	1740	16.40	1.30	83	76	2000
CA4350	1,289,000	1,270,000	25,000	1.19	6.3	58	205	98	127	2.56	52	84	1740	16.40	1.30	83	76	2100
CA4500	1,334,000	1,320,000	26,000	1.19	6.5	58	205	98	127	2.62	52	84	1740	16.40	1.30	83	76	2150

Modelo XE

Generador de Agua Caliente



TIPO	MODELO No.	CAL/HR ENTRADA	CAL/HR SALIDA	FRENTE	CHIMENEA			PESO AL EMBARCAR Kg.
				(W) cm.	(V) cm.	(S) cm.		
EG	125	31,500	25,200	38	13	51	98	
EG	175	44,100	35,280	46	15	53	109	
EG	250	63,000	50,400	57	18	72	123	
EG	325	81,900	65,520	68	20	78	141	
EG	400	100,800	80,640	81	23	75	157	

NOTAS

- (1)Especificaciones del fabricante
- (2)Debe instalarse bomba de circulación del tanfño apropiado en cada calentador LAARS Tipo LC.
- (3)Dimensiones nominales

CORRECCIONES EN CAPACIDAD

- (a)Para gas licuado de petróleo disminuyen las Kcal de entrada y salida en 9%.
- (b)Altura - Disminuye las Kcal de entrada y salida en 4% por cada 300m de altura sobre el nivel del mar.

EQUIPOS Y ACCESORIOS HIDRAULICOS

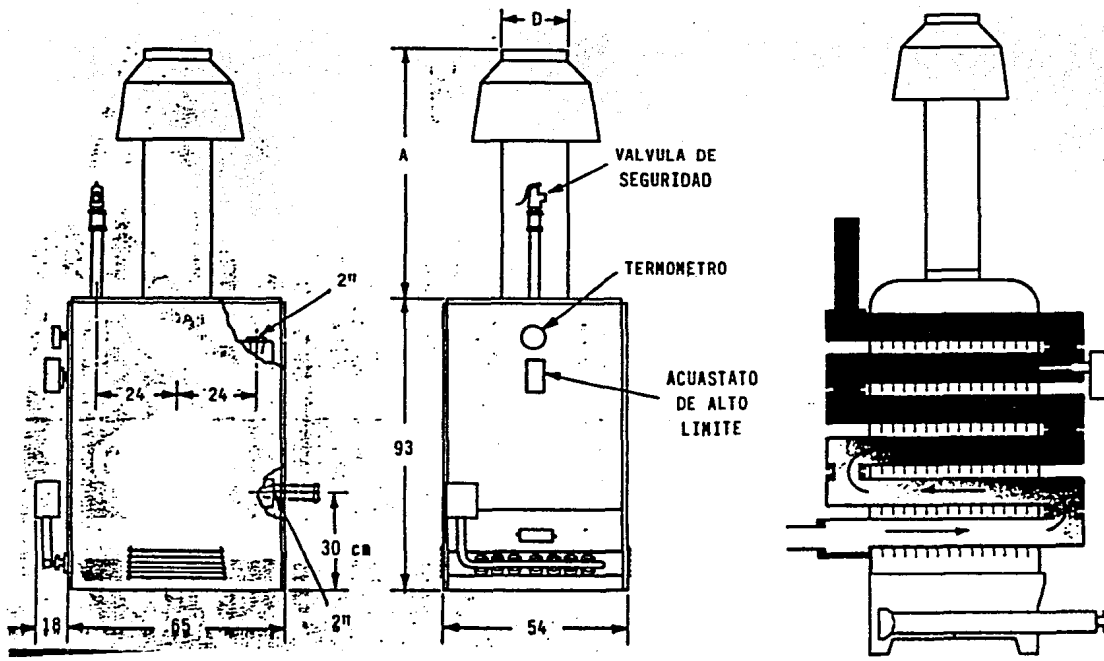
Calderas Generadoras de Agua

Hydrotherm y Multitemp

MODELO	GAS NATURAL reticulado o mampu				GAS PROPANO L.P.				CONSUMO DE GAS	
	Kcal/m ³	Kcal/m ³	Kcal/m ³	Kcal/m ³	Kcal/m ³	Kcal/m ³	Kcal/m ³	Kcal/m ³	Kcal/m ³	LF.
	kg/h	kg/h	kg/h	kg/h	m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h	kg/h
AR-202	9700	7760	13971	11178	9700	7760	13971	11178	1.50	1.12
AR-272	13971	11178	13971	11178	13971	11178	13971	11178	2.24	1.59
AR-322	15912	12729	15912	12729	15912	12729	15912	12729	2.43	1.77
AR-352	18433	14744	18433	14744	18433	14744	18433	14744	2.84	2.11
AR-108	20940	16748	20940	16748	20940	16748	20940	16748	3.33	2.40
AR-135	24300	19440	24300	19440	24300	19440	24300	19440	3.72	2.64
AR-180	34970	27934	34970	27934	34970	27934	34970	27934	5.37	3.97
AR-210	40750	32600	40750	32600	40750	32600	40750	32600	6.28	4.63
AR-250	45110	36008	45110	36008	45110	36008	45110	36008	7.47	5.45
AR-300	52115	41272	52115	41272	52115	41272	52115	41272	8.74	6.43
AR-360	69840	55921	69840	55921	69840	55921	69840	55921	10.70	7.94
AR-420	81646	65332	81646	65332	81646	65332	81646	65332	12.50	9.22
AR-500	97030	77438	97030	77438	97030	77438	97030	77438	14.90	11.10
AR-600	116430	93144	116430	93144	116430	93144	116430	93144	17.90	12.90
AR-750	145530	116424	145530	116424	145530	116424	145530	116424	22.40	16.43
AR-900	174645	139716	174645	139716	174645	139716	174645	139716	26.80	19.30
AR-1000	194040	150272	194040	150272	194040	150272	194040	150272	29.80	22.20
AR-1200	223840	184288	223840	184288	223840	184288	223840	184288	35.80	25.71
AR-1500	291031	232840	291031	232840	291031	232840	291031	232840	44.70	32.20
AR-1800	347290	279432	347290	279432	347290	279432	347290	279432	53.60	38.40
AR-2100	407505	326000	407505	326000	407505	326000	407505	326000	62.40	45.10
AR-2400	463720	372378	463720	372378	463720	372378	463720	372378	71.50	51.50
AR-2700	523935	419148	523935	419148	523935	419148	523935	419148	80.50	58.00
AR-3000	582150	465720	582150	465720	582150	465720	582150	465720	89.40	64.40
AR-3300	640245	512292	640245	512292	640245	512292	640245	512292	98.30	70.80
AR-3600	698380	558864	698380	558864	698380	558864	698380	558864	107.30	77.30
AR-4000	807220	649380	807220	649380	807220	649380	807220	649380	122.10	88.40
AR-4500	1047870	828294	1047870	828294	1047870	828294	1047870	828294	140.80	113.00
AR-5000	1222320	978024	1222320	978024	1222320	978024	1222320	978024	162.50	118.33
AR-2700	1387177	1112741	1387177	1112741	1387177	1112741	1387177	1112741	214.40	154.40

TABLA DE CARACTERISTICAS PARA LA CIUDAD DE MEXICO.

Caldera Hydrotherm



GENERADOR DE AGUA CALIENTE T-700

CAPACIDAD DE SALIDA basada en una descarga de 2,800 litros por hora (739.8 GAL/hr con una elevación de 45°C (111°F.)

CONSUMO DE COMBUSTIBLE a plena capacidad, basado en aceite combustible No. 2 de 30 a 40 grados de gravedad API

CONSUMO DE GAS, basado en gas con un contenido de 9,788.1 Kcal/m³ (1,100 BTU/pie³) a 152 mm. de columna de agua (6" CA)

EFICIENCIA TERMICA, mínima a capacidad normal, según pruebas (vea nota 1)

ABASTECIMIENTO DE AGUA

CONTENIDO DE AGUA en operación normal

SUPERFICIE DE CALENTAMIENTO

MOTORES Bomba de Alimentación de Agua
Ventilador de tiro forzado

PRESION DE AGUA. Puede alimentarse con presiones de agua variables entre

PESO DE EMBARQUE

DIMENSIONES:

Largo
Ancho
Altura (con patas)

NOTA 1 La eficiencia térmica está basada en el Poder Calorífico Superior de los Combustibles. Usando el Poder Calorífico inferior o neto, la eficiencia sería del 85% para unidades a diesel y 88% para unidades a gas.

UNIDADES
INGLESAS

UNIDADES
METRICAS

CLAYTON

500,000 BTU/hr 126,000 Kcal/hr

4.5 Gal/hr 17 l/h

5.68.2 Pie³/hr 16.1 m³/h

80% 80%

739.8 Gal/hr 2,800 l/h

5.28 Gal 20 l

58.1 Pies² 5.4 m²

3/4 HP 3/4 CF

1/2 HP 1/2 CF

10 a 100 psi 0.7 a 7.0 Kg/cm

807 Lbs. 367 Kg

47 pulg. 1.20 m

31 pulg. 0.80 m

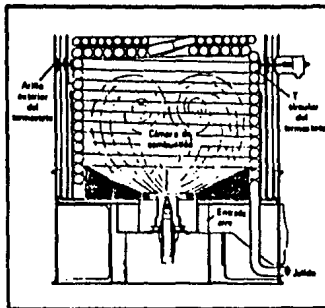
61 pulg. 1.55 m

GENERADOR DE AGUA CALIENTE T-1400

	UNIDADES INGLESAS	UNIDADES METRICAS
CAPACIDAD DE SALIDA basada en una descarga de 5,600 litros por hora (1479.8 GAL/hr con una elevación de 45°C (81°F.)	1'000,000 BTU/hr	252,000 Kcal/hr
CONSUMO DE COMBUSTIBLE a plena capacidad, basado en aceite combustible No. 2 de 30 a 40 grados de gravedad API	9.0 Gal/hr	34 l/h
CONSUMO DE GAS basado en gas con un contenido de 9,821 Kcal/m ³ (1,100 BTU/pie ³) a 152 mm. de columna de agua (6" CA)	113.6 Pie ³ /hr	32.3 m ³ /h
EFICIENCIA TERMICA mínima a capacidad normal, según pruebas (vea nota 1)	80 %	80 %
ABASTECIMIENTO DE AGUA	1,479.5 Gal/hr	5,600 l/h
CONTENIDO DE AGUA en operación normal	10.56 Gal	40 l
SUPERFICIE DE CALENTAMIENTO	143 Pies ²	13.3 m ²
MOTORES Bomba de Alimentación de Agua	2 HP	2 CF
Ventilador de tiro forzado	2 HP	2 CF
PRESION DE AGUA Puede alimentarse con presiones de agua variables entre	10 a 100 psi.	70 a 70 Kg/cm ²
PESO DE EMBARQUE	1,850 Lbs.	750 Kg
DIMENSIONES Largo	52 pulg.	1.32 m
Ancho	29 pulg.	0.74 m
Altura (con patas)	88 pulg.	2.23 m

NOTA 1. La eficiencia térmica está basada en el Poder Calorífico Superior de los Combustibles. Usando el Poder Calorífico Inferior o neto, la eficiencia sería del 85% para unidades a diesel y 88% para unidades a gas.

Cáldera de Tubos de Agua
con Serpentin.



CAMARA DE COMBUSTION

ESPECIFICACIONES CALDERA DE VAPOR CLAYTON

E 10

E 16

CABALLOS CALDERA Suministrados a	Unidad Inglesa	Unida Métrica	Unidad Inglesa	Unidad Métrica
7 kg/cm ² Man. (100 psig) incluyendo el calor del agua de alimentación 100°C (212°F) . . . . .	.11,86 BHP	11.86 CC	19.0 BHP	19.0 CC
SUMINISTRO DE CALOR . . . . .	.334750 BTU/Hr	84357 Kcal/Hr	536800 BTU/hr	134971 Kcal/Hr
EVAPORACION EQUIVALENTE con agua de alimentación a 100°C (212°F) . . . . .	.345 Lbs/Hr	156.5 kg/Hr	552 Lbs/Hr	250.9 kg/Hr
PRESION DE DISEÑO . . . . .	.160 psi	11.2 kg/cm ²	160 psi	11.2 kg/cm ²
PRESION MAXIMA DE OPERACION DEL VAPOR . . . . .	.65-150 psi	4.5-10.5 kg/cm ²	65-150 Lb/pulg ²	4.5-10.5 kg/cm ²
CONSUMO DE ACEITE COMBUSTIBLE con suministro máximo de vapor. Basado en aceite combustible No. 2 de 30 a 40 grados API de Gravedad . . . . .	.3 gph	11.4 L/hr	4.8 gph	18.2 L/hr
CONSUMO DE GAS (Ver Nota 2) Con suministro máximo de vapor.				
GAS NATURAL de 1100 BTU/pie ³ , a una presión de 6" de columna de agua ó 9788.1 Kcal/m ³ a 152 mm. . . . .	.380.4 Pie ³ /Hr	10.77 m ³ /H.	608.6 Pie ³ /Hr	17.22m ³ /Hr
GAS LICUADO DE PETROLEO de 11,900 Kcal/Kg (ó 21,465 BTU/lb) a una gravedad específica de 0.556 . . . . .	.19.5 lb/Hr	8.86 kg/Hr	31.2 lb/Hr	14.18 kg/hr
EFICIENCIA TERMICA, mínima a Capacidad Normal, según pruebas (Ver Nota 2) . . . . .	.80%	80%	80%	80%
ABASTECIMIENTO DE AGUA . . . . .	.49 gph	186 L/Hr	78 gph	298 L/Hr
CONTENIDO DE AGUA en operación normal . . . . .	.2.4 Gal	9 litros	2.4 Gal	9 litros
MOTOR ELECTRICO	1/2 HP	3/4 CFCd. de México	1/2 HP	3/4 CF Cd. de Méx.
SUPERFICIE DE CALENTAMIENTO . . . . .	.49 Pie ²	4.55 m ²	49 Pie ²	4.55m ²
DIAMETRO DE SALIDA VAPOR	1"	25 mm	1"	25 mm
DIAMETRO ENTRADA DE AGUA	1"	25 mm	1"	25 mm
DIAMETRO SALIDA CHIMENEA	8"	203 mm	8"	203 mm
DIMENSIONES APROXIMADAS				
Largo . . . . .	.51"	1.30 m	51"	1.30 m
Ancho—Generador solo . . . . .	.29"	.74 m	29"	.74 m
Altura—Incluyendo adaptador de Chimenea	50"	1.27 m	50"	1.27 m
PESO DE EMBARQUE	661.5 lb	300 kg	661.5 lb	300 kg
VOLUMEN DE EMBARQUE	43.07 pie ³	1.22 m ³	43.07 pie ³	1.22 m ³

Nota 1 Se surtan con quemadores para gas natural, manufacturado o licuado. Especifique poder calorífico en BTU o kilocalorías, gravedad específica y presión disponible.

También se pueden surtir con quemadores combinados para gas y aceites combustibles.

Nota 2 La eficiencia térmica indicada está basada en el Poder Calorífico Superior de los combustibles. Usando el Poder Calorífico Inferior o neto, la eficiencia sería del 85% para unidades a diesel y 88% para unidades a gas.

Hay Modelos de Generadoras de Vapor Clayton desde 10 hasta 200 caballos caldera de capacidad. Capacidades mayores pueden obtenerse en instalaciones múltiples.

1 cc (caballo caldera) equivale a la evaporación de 15.649 Kg (34.5 Lbs.) de agua desde y a 100 °C por hora, o sea, 8436 Kcal/Hr. (33475 BTU/Hr)

III.b.3 TANQUES DE ALMACENAMIENTO E INTERCAMBIADORES DE CALOR.

El intercambiador de calor, consiste en un serpentín o fluxes de cobre, cuya gran superficie de contacto puede transmitir el calor al líquido circundante.

Existen dos tipos de intercambiadores, en el primero, sus fluxes están envueltos por un cilindro de pequeño diámetro que le da la característica de funcionar como un calentador instantáneo y los segundos más bien realizan la función de un calentador de almacenamiento de grandes dimensiones, pues en este tipo los fluxes se encuentran en inmersión dentro del líquido de un gran tanque.

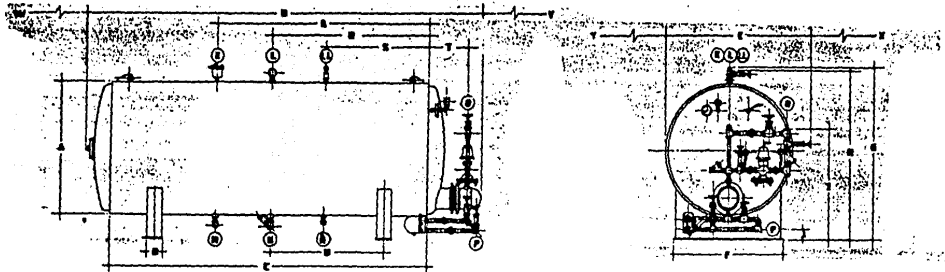
En la actualidad se utilizan en mayor escala los intercambiadores de calor con tanque de almacenamiento el uso del intercambiador, es característico de los equipos de producción de agua caliente de manera indirecta.

En cuanto al tanque de almacenamiento, solamente se fabrica en capacidades de línea, cuando se instala en combinación del intercambiador inmerso. Los tanques de almacenamiento sencillos, no tienen limitantes en cuanto a sus dimensiones, pues el proyectista es el que determina el tamaño y éste es hecho prácticamente a la medida.

A continuación se presenta alguna información con respecto a intercambiadores de calor y tanques de almacenamiento:

MODELO									
CAPACIDAD EN LITROS.	1 000	1 800	3 000	4 000	5 000	7 000	10 000	15 000	20 000
CAPACIDAD DE CALENTAMIENTO-KCAL/H. (TEMP. INICIAL-TEMP. FINAL) °C	40 000 20-80	80 000 20-80	120 000 20-80	160 000 20-80	200 000 20-80	280 000 20-80	400 000 20-80	600 000 20-80	800 000 20-80
SUPERFICIE DEL ELEMENTO CALEFACTOR	0.433	0.584	1.068	1.430	1.790	2.610	3.630	5.000	6.780
PRESION DE OPERACION-TANQUE kg/cm ²	9	9	9	9	9	9	9	9	9
PRESION DE VAPOR. kg/cm ²	7	7	7	7	7	7	7	7	7
ACCESORIOS:									
VALVULA TERMOSTATICA.(MARCA Y TAMAÑO)	BARCO 1/2"	1/2"	1/2"	3/4"	3/4"	1"	1"	1-1/4"	1-1/2"
VALVULAS DE GLOBO, DE:	1/2"	1/2"	1/2"	3/4"	3/4"	1"	1"	1-1/4"	1-1/2"
FILTRO DE VAPOR, DE:	1/2"	1/2"	1/2"	3/4"	3/4"	1"	1"	1-1/4"	1-1/2"
TRAMPA DE VAPOR(MARCA Y TAMAÑO)	BARCO 3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	1-1/4"	1-1/4"	1-1/2"	2"
FIL DE VAPOR, DE:	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	1-1/4"	1-1/4"	1-1/2"	2"
TERMOMETRO ANGULAR	0°-100°C	0°-100°C	0°-100°C	0°-100°C	0°-100°C	0°-100°C	0°-100°C	0°-100°C	0°-100°C
DIMENSIONES:									
A.-LARGO(TANQUE Y CABEZAL)	2.53	2.85	3.82	4.15	5.86	4.80	5.17	6.11	7.06
B.-DIAMETRO DEL TANQUE.	0.77	0.87	1.06	1.16	1.35	1.44	1.64	1.83	1.93
C.-ESPACIO MINIMO A LA PARED.	0.91	1.22	0.91	1.22	1.52	2.13	1.52	2.13	1.52
D.-ESPACIO MINIMO A LA PARED.	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
E.-	0.97	1.07	1.53	1.63	1.48	1.94	2.08	2.54	3.00
F.-	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.85	0.90	0.90	0.90
G.-	0.97	1.07	1.53	1.63	1.48	1.94	2.08	2.54	3.00
H.-	0.22	0.22	0.24	0.24	0.24	0.24	0.30	0.30	0.32
I.-	0.09	0.15	0.14	0.20	0.19	0.20	0.20	0.20	0.20
J.-	0.10	0.15	0.15	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
K.-	0.18	0.19	0.23	0.25	0.27	0.28	0.30	0.32	0.34
SALIDA DE AGUA CALIENTE.									
RETORNO DE AGUA CALIENTE.									
VALVULA DE ALIVIO A 7 KGS.	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1"	1"	1-1/4"	1-1/2"	1-1/2"
ENTRADA DE AGUA FRIA.									
PURGA.									
ESPESOR DE PLACA.	3/16"	3/16"	1/4"	1/4"	5/16"	5/16"	3/8"	7/16"	7/16"
REGISTRO:(H)HOMBRE,(M)MANO.	(H)10X4	(H)10X4	(H)10X4	(H)10X11	(H)10X11	(H)10X11	(H)10X11	(H)10X11	(H)10X11
SUPERFICIE PARA FORRAR CON AISLAMIENTO.(M ²)	6.27	8.28	13.59	16.27	17.90	23.96	29.23	38.57	47.88

MYRGO



MODELO		TI-1000	TI-2000	TI-3000	TI-5000	TI-8000	TI-10000	TI-15000	TI-20000	TI-30000	
DATOS TECNICOS											
VOLUMEN DE AGUA	LTS.	1194.54	3062.7	3329.3	5177.93	8055.08	10110.33	15099.7	20167.82	30195.4	
	MCC.	319.74	850.25	878.49	1308.03	2129.15	2472.79	3989.35	5329.35	7977.44	
CAPACIDAD	ACAL./HR.	44559.14	11619.18	116097.63	143115.22	218425.15	269197.64	413387.10	549182.88	812872.32	
	BTU./HR.	192337.88	316175.27	315713.65	211089.42	3484503.04	1192318.85	2127546.18	316175.27	464714.54	
CANTIDAD DE AGUA CALIENTE $\Delta T = 50^{\circ}C$	LTS./HR.	1000.0	2000.0	3000.0	5000.0	8000.0	10000.0	15000.0	20000.0	30000.0	
	BLK./HR.	744.2	578.4	792.4	1371.1	2113.0	2843.0	3967.01	5184.01	7722.02	
CONSUMO DE VAPOR A 7.0 KGS./CM²	KG./HR.	100.23	204.49	306.67	531.33	817.0	1022.24	1539.39	2044.32	3054.28	
	LBS./HR.	225.15	450.33	675.48	1175.63	1801.33	2251.67	3377.51	4503.34	6755.02	
DIMENSIONES GENERALES											
DIAMETRO DEL TANQUE											
LONGITUD	TOTAL DEL TANQUE	A MM	739.3	1047.4	1205.4	1643.8	1400.3	1157.6	1005.0	728.8	2514.6
	DEL CUERPO DEL TANQUE	C MM	1078.8	2147.2	2743.2	3932.8	4247.2	4419.6	5589.0	6486.4	6292.2
ANCHO	DE LA BASE	W MM	171.8	177.8	218.6	228.6	228.6	228.6	228.6	228.6	228.6
	TOTAL DEL TANQUE	F MM	1152.14	1140.43	1195.58	1143.07	1191.7	1189.9	2160.6	239.5	2895.4
ALTURA	DE LA BASE	F MM	832.8	114.4	1153.0	1270.0	1287.0	1524.0	1453.0	1282.0	1185.4
	TOTAL DEL TANQUE	W MM	1604.92	1504.52	1726.39	1940.54	2143.12	2285.52	2550.67	2867.97	3162.3
	SALIDA DE AGUA CALIENTE	W MM	1397.67	1484.07	1732.4	1922.44	2081.92	2138.37	2430.47	2647.99	3152.75
	SALIDA DE CONDENSADOS	J MM	80.9	80.9	101.8	109.04	92.07	157.14	92.07	92.07	12.07
CONEXIONES DEL TANQUE											
DIAMETRO	VALV. ELIMINADORA DE AIRE	E MM	19.05	19.05	19.05	19.05	19.05	19.05	19.05	19.05	
	SALIDA DE AGUA CALIENTE	L MM	25.4	25.4	31.75	38.1	50.8	50.8	49.3	76.2	
	VALVULA DE ALIVIO	L L MM	39.05	19.05	25.4	31.75	38.1	38.1	38.1	50.8	
	PURGA	R MM	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	50.8	50.8	
	ENTRADA DE AGUA FRIA	D MM	25.4	25.4	31.75	38.1	50.8	50.8	49.3	76.2	
	BOQU. PARA RECIBIR DE AGUA	R MM	25.4	25.4	25.4	25.4	38.1	38.1	38.1	38.1	
LOCALIZACION	ENTRADA DE VAPOR	P MM	19.05	25.4	31.75	38.1	50.8	50.8	76.2	101.8	
	SALIDA DE CONDENSADOS	P MM	19.05	19.05	25.4	31.75	38.1	38.1	38.1	76.2	
	VALV. ELIMINADORA DE AIRE	W MM	1219.2	1828.8	1018.0	2235.2	2284.8	2944.4	3731.1	3657.0	6181.0
	SALIDA DE AGUA CALIENTE	R MM	814.4	1311.4	737.6	1678.4	2133.6	2209.8	2784.0	2743.2	3169.6
	VALVULA DE ALIVIO	X MM	809.8	214.1	914.4	1117.8	1422.4	1479.2	1884.9	1828.8	3108.2
	ENTRADA DE VAPOR	Y MM	585.14	390.31	394.87	485.77	550.86	930.04	616.85	615.15	475.0
CUARTO DE MARMITAS											
ESPACIO MINIMO	AL FRENTE	V MM	1349.37	1334.85	1227.55	1214.98	2178.13	2778.52	2476.52	2674.52	2644.77
	HACIA ATRAS	W MM	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	
	AL LADO DERECHO	X MM	1300.0	1300.0	1300.0	1300.0	1300.0	1300.0	1300.0	1300.0	
	AL LADO IZQUIERDO	Y MM	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	
PESOS											
PESOS APROXIMADOS	DE EMBAQUE	KG.	116.53	370.74	1297.23	1924.58	2371.01	3245.14	4478.69	6719.93	8264.65
	DE OPERACION	KG.	1853.07	2953.44	4226.29	7102.51	10324.15	13645.47	19378.19	23867.74	37300.56

III.b.4 EQUIPOS SUAVIZADORES DE AGUA DURA.

Como se ha mencionado en los capítulos anteriores, es necesario proteger a los equipos de caldeo de los efectos del agua dura, que ocasiona incrustaciones de calcio que son originadas por las altas temperaturas, a las que son sometidos tanto los fluxes en calderas de tubos de humo como en serpentines e intercambiadores en las calderas de tubos de agua.

Ciertamente la solución a este problema es sencilla, que consiste en un sistema ablandador de agua llamado de Zeolita. El costo de este equipo resulta compensado muchas veces por lo que se ahorra en mantenimiento y composturas, tanto en el equipo como en las tuberías de distribución que ocasionan las incrustaciones.

El agua dura que entra en el equipo suavizador, es liberada de su dureza al pasar por una capa de zeolita absorbiendo los compuestos de calcio y magnesio y desprendiendo sodio. Al cabo de un periodo es necesario

regenerar esta capa con un baño de agua de sal (sal--
muera), despojando a esta de los compuestos de calcio
y magnesio, y restableciendo el sodio eliminado.

Algunos equipos suavizadores de agua que se manejan --
comercialmente son los siguientes:

CULLIGAN

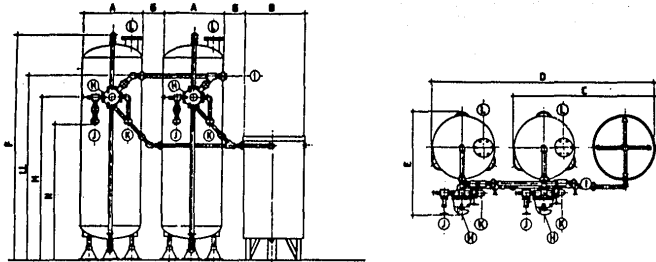
Numero de modelos	Capacidad en granos	Sal por regeneración	Flujo	Flujo de retrolavado	caída de presión.	Altura Total.	Espacio en el piso	peso al embarcar
3629.75	28,600	4.5 Kgs.	17 Ipm	6.6 Ipm	0.5 kg km ²	1.52 m	23X23 cm	24 kgs.
3622.75	51,900	9. kgs.	30 Ipm	13.2 Ipm	0.8 kg km ²	1.52 m	30X30 cm	40 kgs.

Modelo	Catálogo	Capacidad en Granos	Sal Kgs	Resina Lts	Grava 3mm. Kgs	Flujo Lpm	Flujo de Retrolavado Lpm	Espacio Requerido Mts	Altura total Mts	Peso al embarcar Kgs
S. Cul-Brook17	3522-10	72,000	25	64	20	30	20	0.30x0.45	1.47	93
S. Cul-Brook14	3524-10	125,000	34	106	30	42	27	0.35x0.51	1.65	122

ESPECIFICACIONES PARA LOS MODELOS HM.

Modelo	Capacidad en granos* y dosificación de sal en (kgs)		Resina Litros	Flujo de servicio L.P.M.	Caída de presión kg/cm ²	Flujo Máximo en L.P.M.	Máxima caída de presión kg/cm ²	Tamaño de la Tubería en mm.	Dimensiones del Tanque cms.		Dimensiones totales aproximadas mts.			
	Mínima	Máxima							Sua- vizador	Saturador	Lon- gitud	Profun- didad	Altura	Longitud del Duplex.
HM-150	80,000/9	150,000/35	141.6	132	0.4	227	1.0	38	51x137	51x122	1.27	0.94	1.73	1.93
HM-200	116,000/14	200,000/45	191.2	170	0.3	265	0.8	38	61x137	61x122	1.37	1.02	1.73	2.13
HM-250	152,000/18	250,000/55	240.7	208	0.5	303	1.0	38	61x137	61x122	1.37	1.02	1.73	2.13
HM-300	184,000/23	300,000/68	283.2	303	0.5	397	0.8	51	76x152	76x122	1.68	1.22	1.96	2.59
HM-450	240,000/27	450,000/102	424.8	341	0.7	435	1.2	51	76x152	76x122	1.68	1.22	1.96	2.59
HM-600	320,000/36	600,000/136	566.4	416	0.5	568	0.9	63	91x183	91x122	1.98	1.40	2.34	3.05
HM-750	400,000/46	750,000/170	708	454	0.6	606	1.1	63	91x183	91x122	2.13	1.40	2.34	3.20
HM-900	480,000/54	900,000/200	849.6	568	0.5	757	0.9	76	107x183	107x122	2.29	1.52	2.44	3.51
<p>* La capacidad de intercambio está basada en agua a tratar conteniendo 171 ppm de dureza total, libre de color, aceite, turbidez, y a la capacidad de servicio especificada.</p> <p>+ Los flujos máximos no son recomendados para períodos prolongados.</p>														
DATOS DE OPERACION				<p>Rango de temperatura: 4.4°C — 60°C. Rango de presión: 2.1 Kg/cm² 7 Kg/cm². longitud de la línea de drenaje; máxima 7.6 mts (consúltenos si necesita alargar esta línea).</p>										

MYRGO



MODELO		SM-3	SM-5	SM-6	SM-10	SM-12	SM-15	SM-20	SM-30
CAPACIDAD		KILOGRAMOS	10000.0	15000.0	18000.0	30000.0	36000.0	45000.0	60000.0
DATOS TECNICOS									
CANTIDAD DE RESINA	LTS.	84.92	141.54	169.85	283.09	339.71	424.64	564.19	849.28
	PIES ³	3.0	5.0	4.0	10.0	12.0	15.0	20.0	30.3
CANTIDAD DE SAL PARA REGENERACION	KGS.	20.43	34.05	40.86	68.1	81.72	102.15	134.2	204.3
	LBS.	45.0	75.0	90.0	150.0	180.0	225.0	300.0	450.0
FLUJO MAXIMO	LTS/MIN.	32.71	37.85	45.42	75.7	90.84	113.55	151.4	227.1
	G.P.M.	4.0	10.0	12.0	20.0	24.0	30.0	40.0	60.0
DIMENSIONES GENERALES									
DIAMETRO SUAVIZADOR	A	MM.	508.0	508.0	558.8	609.6	660.4	762.0	863.6
TAMBO DE SALINERA	B	MM.	408.4	508.0	558.8	609.6	660.4	762.0	863.6
LONGITUD TOTAL EQUIPO SIMPLEX	C	MM.	1130.45	1230.25	1339.85	1441.45	1543.05	1746.25	1949.45
EQUIPO DUPLEX	D	MM.	1847.85	1949.65	2101.85	2254.25	2406.45	2711.45	3016.25
ANCHO TOTAL EQUIPO SIMPLEX Y DUPLEX	E	MM.	874.3	874.3	939.8	996.6	1174.75	1274.35	1377.95
ALTURA TOTAL EQUIPO SIMPLEX Y DUPLEX	F	MM.	1681.14	2036.74	2038.35	2343.15	2368.55	2368.55	2374.9
ESPACIO ENTRE TANQUES	G	MM.	203.2	203.2	203.2	203.2	203.2	203.2	203.2
CONEXIONES DE SUAVIZADORES									
DIAMETRO	H	MM.	19.05	19.05	25.4	25.4	38.1	38.1	38.1
	I	MM.	19.05	19.05	25.4	25.4	38.1	38.1	38.1
	J	MM.	19.05	19.05	25.4	25.4	38.1	38.1	38.1
	K	MM.	19.05	19.05	25.4	25.4	38.1	38.1	38.1
	L	MM.	101.6	101.6	101.6	101.6	101.6	101.6	101.6
SALTURA	LL	MM.	1352.55	1581.15	1584.32	1584.32	1597.02	1597.02	1597.02
	M	MM.	1244.6	1473.2	1473.2	1473.2	1473.2	1473.2	1473.2
	N	MM.	898.52	1227.12	1225.55	1225.55	1181.1	1181.1	1181.1
PESOS									
ESPESOS DE EMBARQUE APROXIMADOS	KGS.	701.0	234.0	275.0	360.0	454.0	518.0	640.0	783.0
	KGS.	339.0	396.0	470.0	570.0	719.0	884.0	1040.0	1318.0
	KGS.	160.49	213.85	258.19	369.81	478.31	585.4	745.7	1041.1
ESPESOS DE OPERACION APROXIMADOS	KGS.	307.01	403.92	487.51	705.15	836.08	1074.63	1421.64	2178.64
	KGS.	585.0	731.0	880.0	1222.0	1490.0	1900.0	2422.0	3422.0
	KGS.	999.0	1210.0	1440.0	1979.0	2417.0	3097.0	3911.0	5632.0

IV. METODOS DE DISEÑO.

El presente capítulo sobre el diseño de los sistemas de producción de agua caliente para las edificaciones se desarrollará en dos partes: la primera, referente a el cálculo de las tuberías de distribución; y la segunda, que abarca lo relativo a los equipos necesarios para la producción de agua caliente.

El problema siempre presente en estos dos aspectos, es la determinación del gasto máximo probable, así como la duración de éste durante el transcurso del día. Son muchos los factores que determinan este parámetro y muchas veces dependerá no solo de las ayudas de diseño expuestas en esta obra, sino del criterio acertado para describir el caso que se trate y su planteamiento correcto.

IV.a DISEÑO DE LAS TUBERIAS DE DISTRIBUCION.

Uno de los elementos que conforman al sistema de pro-

ducción de agua caliente, es el conjunto de tuberías, de distribución, piezas y accesorios que sirven para conducir el agua desde el lugar de calentamiento a los diferentes puntos dentro de la edificación, donde será utilizada. Un primer enfoque en cuanto a la red de distribución sería diferenciarlas entre cuales son usadas en los sistemas de producción local y cuales en los de producción central. En los sistemas más sencillos de producción local como lo son las casas unifamiliares económicas y medias, la red es enteramente similar a la red de agua fría, suministrando el agua directamente desde el equipo de calentamiento. Para los sistemas de producción central, la red estaría complementada con otra paralela a ésta, que forma un circuito y que permite una circulación continua del agua, llamada red de retorno.

En la realidad podemos encontrar que la distribución directa o la distribución con retorno se eligen no en base al equipo de calentamiento usado, ni al volumen

de agua por suministrar, o al número de salidas dentro de la edificación, sino a todo el problema en conjunto. Un factor muy importante es la distancia, entre el equipo de calentamiento y el lugar de utilización, o la simultaneidad del uso en los muebles de salida.

Como parte fundamental, en el cálculo de las redes tenemos la obtención del gasto máximo probable que fluirá por cierta tubería y que es el gasto utilizado para el diseño de ésta.

IV.a.1 CALCULO DEL GASTO MAXIMO PROBABLE

Es posible estimar la cantidad máxima de agua que puede demandar el sistema, utilizando alguna tabla que relacione el tipo de mueble o salida de consumo con el gasto instantáneo de este mismo, y así sumar y acumular conforme al recorrido de la red. Esto nos conduciría a tener al final la suma del gasto de todas las salidas del sistema a resolver, y no tomar en

cuenta la simultaneidad. Hay que preveer que es poco probable que esto llegue a ocurrir por lo cual existen varios métodos para obtener el gasto que toman en cuenta este uso. Estos estudios pueden ser de dos tipos: EMPIRICOS, cuando se ha tomado la experiencia como base de los datos obtenidos y PROBABILISTICOS, utilizados con mejor resultado apoyados en fundamentos teóricos. Sea cual fuere el método usado, que tome en cuenta el uso simultáneo, repercutirá notablemente en el valor del gasto máximo disminuyéndolo, a éste último lo llamaremos GASTO MAXIMO PROBABLE.

METODOS EMPIRICOS

(Número de muebles mínimo)

Los métodos empíricos son utilizados para estimar gastos en construcciones pequeñas y de poca importancia; se recomienda el uso de los métodos probabilísticos para todas las demás. Cabe recordar que estos procedimientos son los mismos utilizados para la obtención

de gastos de agua fría, por lo que se tomará siempre el 70 % del resultado obtenido, que equivaldrá al consumo exclusivo de agua caliente.

- METODO BRITANICO

Este método proporciona un gasto para los diferentes tipos de muebles sanitarios.

	Litros por minuto
lavabo privado	22.73
lavabo público	36.37
fregadero	18.18
excusado de tanque	9.09
regadera de 4"	18.18
regadera de 6"	36.37

Obteniendo con estos datos un gasto potencial, el cual es relacionado con el gasto o demanda probable por medio de la siguiente tabla:

GASTO POTENCIAL MAXIMO (LPM)	DEMANDA PROBABLE (LPM)
54.55	54.55
63.64	59.10
72.74	65.92
81.83	72.74
90.92	79.56
104.56	86.37
118.20	93.19
136.38	102.29

GASTO POTENCIAL MAXIMO (LPM)	DEMANDA PROBABLE (LPM)
159.11	109.10
181.84	113.20
209.12	127.92
240.94	136.38
277.00	145.77

- METODO DE KESLER (AMERICANO)

	LPS
Lavabo	0.10
Baño	0.20
Regadera	0.10
Bidé	0.10
W.C. Depósito	0.10
W.C. Fluxómetro	2.0
Fregadero de vivienda	0.15
Fregadero de Restaurant	0.30
Lavadero	0.20
Llave jardín 20 mm	0.60
Llave jardín 30 mm	1.0
Hidrante 45 mm	3.0
Hidrante 70 mm	8.0
Mingitorio	0.10
Mingitorio intermitente	0.05
Mingitorio de descarga automática	0.05

Este método al igual que el anterior, proporciona los gastos a considerar en los diferentes muebles de consumo. Una vez obtenidos, éstos se afectan por un por

centaje de simultaneidad, mismo que se consulta en la siguiente relación, ya sea para ramales distribuidores o para columnas.

Número de aparatos clase de aparatos	Número de aparatos													
	2	3	4	5	6	8	10	15	20	25	30	35	40	
Lavabos	100	100	75	60	50	50	50	50	50	50	50	20	20	
W.C. tanque	100	67	50	40	37	37	30	30	30	30	30	30	30	
W.C. fluxómetro	50	33	30	25	25	25	20	20	20	16	15	15	15	
Mingitorios	100	67	50	40	37	37	30	27	25	24	23	20	20	
Regaderas	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

Tanto por ciento de la suma de los aparatos.

Número de muebles servidos Clase de mueble	Número de muebles servidos																	
	1	2	3	4	5	6	8	10	20	30	40	50	75	100	150	200	500	1000
W.C. tanque	100	90	85	80	75	70	64	55	50	43	38	35	33	32	31	30	27	25
W.C. fluxómetro	100	80	65	55	50	44	35	27	20	14	10	9	8	7	5	4	3	2

Fijado el gasto de las derivaciones aisladas, para el cálculo del gasto en columnas o distribuidores, se establece que cada tramo tiene un gasto igual a la suma de gastos de las derivaciones a que abastece, multiplicado por un tanto por ciento (tabla anterior)

MÉTODOS PROBABILÍSTICOS

Los métodos probabilísticos están basados en principios teóricos de probabilidad. Por ser estudios con fundamento, se utilizan en las edificaciones de mayor importancia, a diferencia de los empíricos destinados a instalaciones sencillas. A continuación se describen dos métodos:

- MÉTODO FRANCÉS

El método francés también propone una primera relación de gastos recomendados para los diferentes muebles de consumo. Después establece una fórmula de la que se deduce en función del número de llaves servi--

das por la tubería, que tanto por ciento del gasto --
puede funcionar simultaneamente.

MUEBLE	Q (L.P.S.)
Bidé	0.10
W.C. Tanque	0.10
W.C. Fluxómetro	1.50
Fregadero	0.20
Fuente	0.15
Lavadero	0.40
Lavabo	0.10
Llave manguera	0.70
Mingitorio de tanque	0.10
Mingitorio de fluxómetro	0.50
Regadera	0.25
Tina con calentador de depósito	0.35
Tina con calentador instantáneo	0.25

El coeficiente de simultaneidad se calcula con la si-
guiente expresión:

$$K = \frac{1}{\sqrt{X - 1}}$$

en donde:

K = coeficiente de simultaneidad

X = número de llaves: $2 \leq X \leq 26$

para X = 1 ; K = 1.0

para X > 26 ; K = 0.20

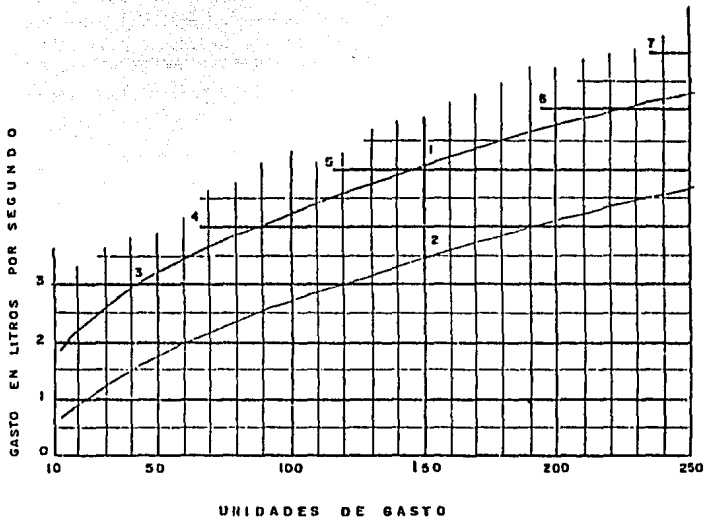
METODO DE HUNTER

El método de Hunter, es quizá el sistema más aceptado para el cálculo de los gastos y los diámetros en la red de distribución, se basa en la unidad de descarga que se ha denominado "UNIDAD MUEBLE" (es el gasto que produce un lavabo a presión constante aproximadamente 0.1 Lts./seg.) que ha establecido por comparación entre los diferentes muebles sanitarios, habiéndose escogido como la unidad la correspondiente a un lavabo de uso doméstico o particular. Con relación a éste se establecen las unidades para el resto de muebles, tanto en su uso particular como en su uso público.

En la tabla siguiente se muestran las unidades correspondientes a los diferentes muebles, tanto de uso privado como de uso público.

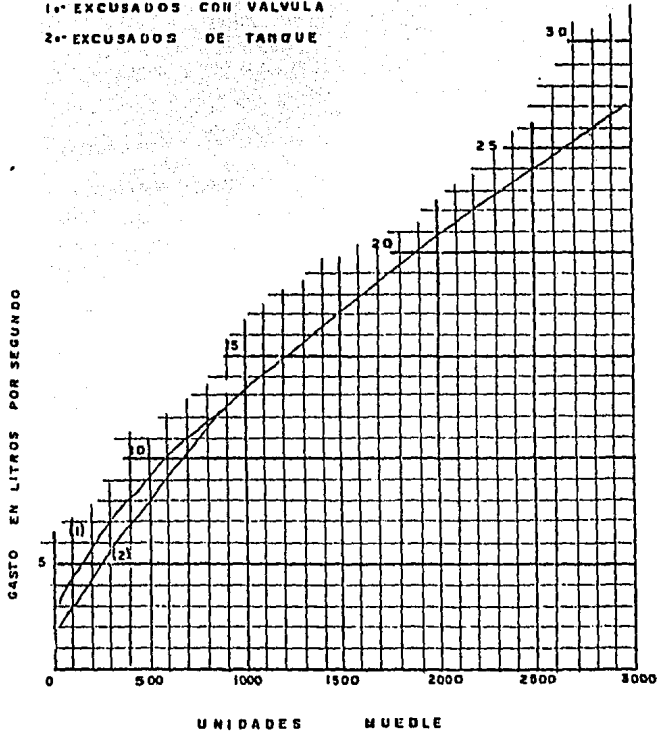
Conocido el número de unidades mueble, se van acumulando conforme al recorrido de los ramales y columnas de la red de distribución, lo que permite obtener el-

- 1.- EXCUSADOS CON VALVULA
- 2.- EXCUSADOS DE TANQUE



**CURVA DE EQUIVALENCIAS PARA EL
CALCULO CON EL SISTEMA DE HUNTER
(PEQUEÑOS GASTOS)**

- 1.- EXCUSADOS CON VALVULA
- 2.- EXCUSADOS DE TANQUE



**CURVA DE EQUIVALENCIAS PARA EL
CALCULO CON EL SISTEMA DE HUNTER**

(GRANDES GASTOS)

A L I M E N T A C I O N E S
EQUIVALENCIA DE LOS MUEBLES EN UNIDADES DE GASTO

diámetro mueble (mm)	m u e b l e	Tipo de servicio	tipo de control	Unidad mueble
13	Excusado	Público	Tanque	5
25 ó 32	Excusado	Público	Fluxómetro	10
13	Fregadero	Hotel, Rest.	Llave	4
13	Lavabo	Público	Llave	2
19 ó 25	Mingitorio pared	Público	Tanque	3
13	Mingitorio pared	Público	Fluxómetro	5
13	Regadera	Público	Mezcladora	4
13	Tina de baño	Público	Llave	4
13	Vertedero	Oficina	Llave	3
--	Cuarto de baño	Privado	W.C. tanque	6
—	Cuarto de baño	Privado	W.C. fluxómetro	8
13	Excusado	Privado	Tanque	3
25	Excusado	Privado	Fluxómetro	6
13	Fregadero	Privado	Llave	2
13	Lavabo	Privado	Llave	1
13	Lavadero	Privado	Llave	3
13	Regadera	Privado	Mezcladora	2
13	Tina de baño	Privado	Llave	2

gasto máximo probable para cualquier punto de la tubería, mediante el uso de las curvas de Hunter; éstas relacionan el número de unidades mueble con el gasto que circula, en donde interviene un factor de uso simultáneo, diferenciando con distintas curvas al predominio de los muebles con sistema normal o el de los muebles de fluxómetro.

IV.a.2 CALCULO DE LOS DIAMETROS EN LA RED DE DISTRIBUCION

Una vez encontrado el gasto que circulará por cada uno de los tramos en la red con alguno de los métodos anteriormente descritos, se procede al cálculo del diámetro correspondiente.

Recordando la ecuación hidráulica que define al gasto

$$Q = VA$$

en donde:

Q = gasto máximo probable ($m^3/seg.$)

V = velocidad del agua dentro de la tubería
($m/seg.$)

A = área de la sección del tubo (m^2)

Podemos conocer sencillamente el diámetro del tubo --
despejando de la siguiente forma:

$$A = \frac{Q}{V}$$

Por otra parte el área de la sección circular del tubo es:

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

Igualando las dos ecuaciones anteriores

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

Finalmente tenemos

$$D = \sqrt{\frac{4 Q}{\pi V}}$$

En donde D es el diámetro buscado para un tramo de la red en la cual el gasto es constante.

La velocidad máxima permitida dentro de las tuberías es de 3 m/seg., dado que a partir de ésta se percibirá la circulación del agua dentro de ellas transmitiéndose por toda la construcción, ocasionando ruidos molestos. La velocidad mínima que se debe de aceptar es 0.6 m/seg. Para garantizar el arrastre de las par

ticulas que eventualmente pueden circular.

Aunque existe un cierto margen en el rango de variación de la velocidad, es comunmente aceptado el diseño con $V = 1.5$ m/seg., por lo que la ecuación descrita para el cálculo del diámetro queda de la siguiente forma.

$$D = 29.134 \sqrt{Q}$$

para:

Q en litros/seg.

D en mm

Con lo cual se obtiene el diámetro teórico que es tomado como base en la elección de uno comercial.

IV.a.3. CARGA UTIL REQUERIDA Y PERDIDAS DE CARGA EN LA RED DE DISTRIBUCION

Una vez determinados los diámetros para los diferentes tramos de tubería, se procede a efectuar una revisión de la carga hidráulica necesaria para satisfacer las necesidades de presión y gasto en el mueble más desfavorable de la instalación.

Recordando el diseño de instalaciones para agua fría y el teorema de Bernoulli en donde se deduce, que en el mueble más desfavorable se debe de cumplir:

$$H = \frac{p_1}{\gamma} + \sum hf$$

en donde:

H es la carga útil requerida para satisfacer las necesidades del mueble más desfavorable.

$\frac{p_1}{\gamma}$ es la presión necesaria a la salida del mueble

$\sum hf$ es la suma de pérdidas a lo largo de la trayectoria de la tubería de dicho mueble.

Ahora bién, con respecto a la perdida de carga en el recorrido de la red de distribución, existen diferentes criterios para su estimación. Algunos son demasiado laboriosos aunque puede utilizarse cualquiera.

Para el cálculo de pérdidas es suficiente utilizar la fórmula empírica de Hazen-Williams, que expresa las pérdidas como un porcentaje de la longitud de la línea considerada, en función del diámetro del tubo, el material de éste y el gasto de circulación, o sea:

$$H_f = \left(\frac{Q}{35.834 \times 10^{-7} C \phi^{2.63}} \right)^{1/0.54}$$

en donde:

- Q = es el gasto de circulación en Lts./seg.
- C = constante que depende del tipo de material
(C = 140 cobre)
- φ = diámetro nominal del tubo en mm

DIAMETRO COMERCIAL		VELOCIDAD RECOMENDADA
Pulg.	mm.	m/seg
3/8	10	1.0
1/2	13	1.0
3/4	19	1.3
1	25	1.6
1 1/4	32	2.15
1 1/2	38	2.50
2	50	2.50
2 1/2	64	2.50
3	75	2.50
4	100	2.50
6	150	2.50
8	200	2.50
10	250	2.50

Presiones recomendadas a la salida para diferentes muebles:	
	M.C.A.
Llave lavabo	8.4
Llave Tina	3.5
Llave fregadero 1/2"	3.5
Regadera	8.4

IV.a.4 CALCULO DE LOS DIAMETROS EN LA TUBERIA DE - RETORNO DE AGUA CALIENTE.

Como se mencionó en el capítulo II, es comunmente utilizado en instalaciones de gran tamaño y de cierta importancia el elemento del retorno. Este consiste en establecer un circuito de agua caliente, del tanque - acumulador a los servicios y una vez ahí, es continuado con un retorno al acumulador nuevamente. En los sistemas de distribución con circulación, ésta puede ser; por gravedad o forzada mediante bomba.

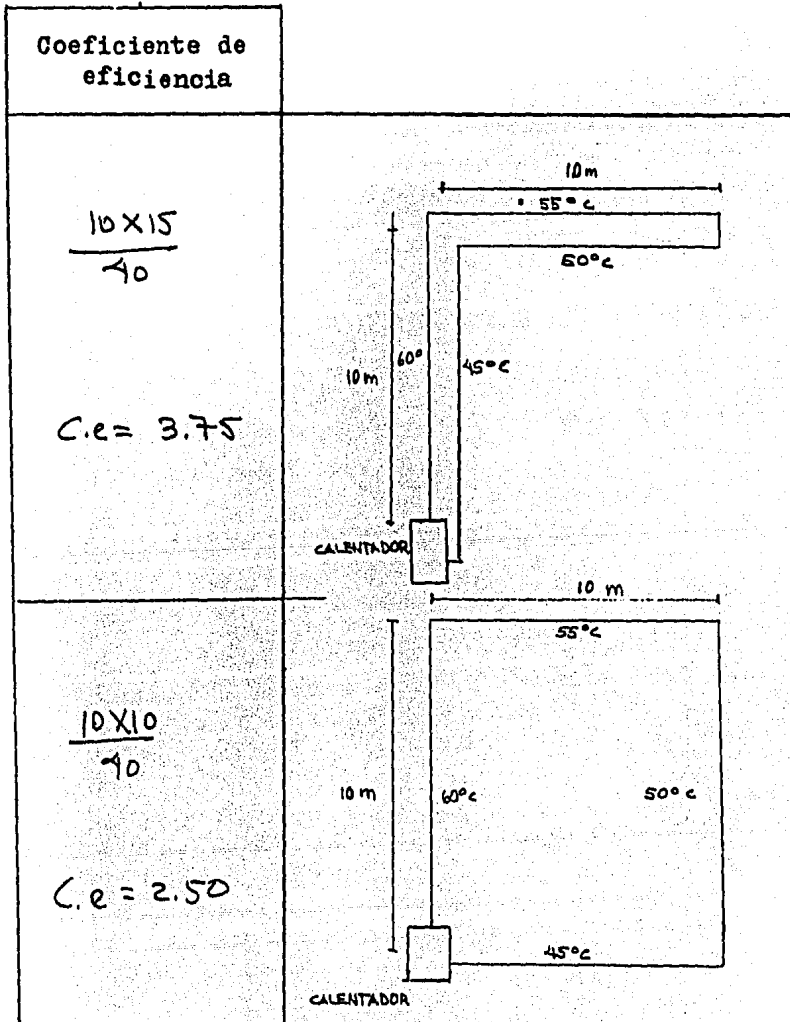
En el sistema por gravedad la única fuerza que produce el movimiento es la diferencia de peso en las columnas alimentadoras (agua más caliente y por lo tanto menos densa). Cuando ésta no es suficiente la circulación la produce una o varias bombas intercaladas en el circuito llamadas recirculadores.

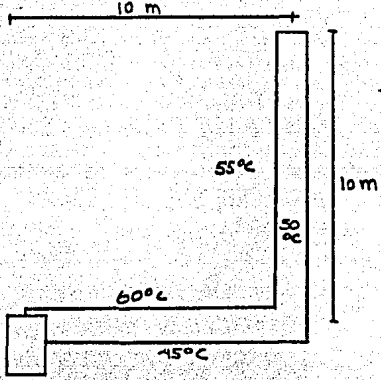
El esquema anterior nos da el caso más sencillo de distribución con circulación. Cuanto mayor sea la altura de las columnas y mayor la diferencia de temperaturas entre ellas, mayor será la carga disponible.

Los tramos horizontales de tubería no dan carga, y gastan en cambio parte de ella, en vencer a lo largo de los mismos la resistencia que oponen a la circulación del agua.

Como la eficacia del sistema en cuanto a la circulación aumenta con la altura de columnas y con la diferencia de temperatura en ellas, y disminuye en cuanto al recorrido total a efectuar, podemos tener una idea

de la eficacia en un sistema, multiplicando la altura con la diferencia de temperaturas y dividiendo por el recorrido total (coeficiente de eficiencia).



Coeficiente de eficiencia	
$\frac{10 \times 5}{40}$ $C_c = 1.25$	

En la tabla anterior se indican varios ejemplos de esquemas que es fácil comparar en cuanto a su eficacia-circulatoria.

A continuación se describen dos métodos para el cálculo de las tuberías de retorno.

En ambos métodos se parte del cálculo hecho siguiendo el diseño como si se tratara de una instalación de -- agua fría (alimentación sin retorno) y posteriormente es propuesta la tubería del retorno.

1er. Método

(DIFERENCIA DE DENSIDADES)

Como primer paso se considera el circuito formado por la tubería ascendente y la tubería de retorno, así se determina que valor debe tener el gasto en este circuito cuando todos los grifos están cerrados.

El gasto de circulación se determina suponiendo que el agua sale del acumulador a una cierta temperatura t_1 (que puede ser 60°C) y fijando que al llegar al extremo superior conserva un valor t_2 (por ejemplo 50°C). Estableciendo que las pérdidas de calor en la unidad de tiempo a través del tubo ascendente son iguales a las del agua que circula por él tendremos:

$$K S \left(\frac{t_1 + t_2}{2} - t \right) = Q (t_1 - t_2)$$

De donde se deduce el valor del gasto

$$Q = \frac{K S}{2} \left(\frac{t_1 + t_2 + 2t_0}{t_1 - t_2} \right)$$

para esta misma expresión:

- Q = gasto en litros por hora.
 t₁ = temperatura del agua al salir del acumulador
 t₂ = temperatura del agua en el punto superior de la tubería ascendente.
 t₀ = temperatura del aire en el exterior de la tubería
 S = superficie de la tubería ascendente
 K = coeficiente de transmisión de calor de la tubería

Si suponemos que el agua de retorno al llegar al acumulador se encuentra a la temperatura t (por ejemplo 40°C) y llamamos:

P al peso específico del agua a la temperatura

$$\frac{t_1 + t_2}{2}$$

P al peso específico del agua a la temperatura

$$\frac{t_2 + t_3}{3}$$

y "h" a la altura del extremo superior de la columna respecto al eje del acumulador, obtendremos el valor de la carga H con que se cuenta para producir esta circulación y que deberá ser mayor que las pérdidas locales y de fricción ocasionadas por el flujo del agua, esto es:

$$H = h (P_a - P_d)$$

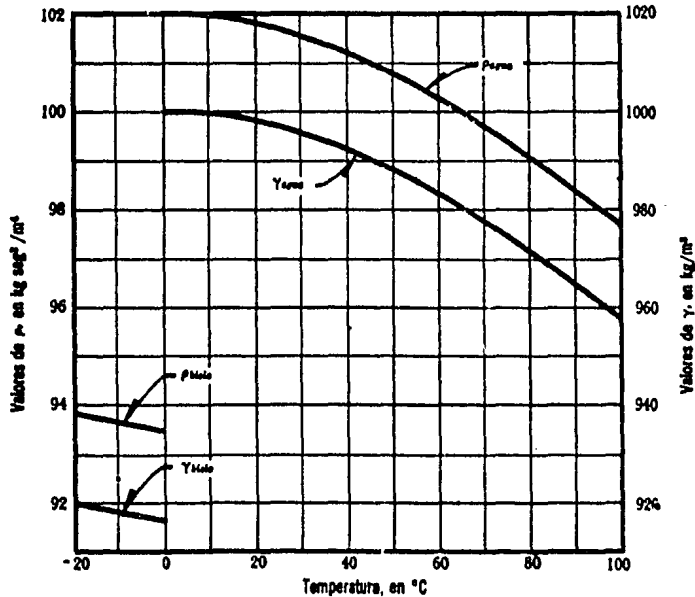
Este valor de H es provicional, pues depende del supuesto valor de t_3 . Con este valor asignado a H y el gasto Q antes calculado se procede por los métodos de Hidráulica al cálculo provicional del diámetro de la tubería de retorno.

Una vez hallado, se comprueba el valor de t_3 , despejando de una forma análoga a la de Q, pero referida al tubo de retorno, es decir:

$$Q = \frac{K S'}{2} \left(\frac{t_2 + t_3 - 2t_0}{t_2 - t_1} \right)$$

En donde S' es la superficie del exterior del tubo de retorno y la conoceremos al tener su diámetro.

A continuación se verifica el valor supuesto para t_3 despejando de la fórmula. Si varía mucho hay que rectificar el diámetro que buscamos para la tubería de retorno que asegure una circulación del agua con las temperaturas t_1 y t_2 fijadas.



Densidad y peso específico del agua para temperaturas que se hallan entre -20 y 100°C , a la presión atmosférica al nivel del mar.

COEFICIENTE DE CONDUCTIVIDAD TERMICA K
Kilocalorías/M/Hr/°C

cobre	300
hierro galvanizado	50-30
aluminio	200-170
vidrio	0.70
agua	0.50-0.58
aire	0.022

2o. Método

(PERDIDAS DE CALOR)

Al igual que el método anterior, este método se apoya en el diseño hecho de la tubería, siguiendo los lineamientos de cálculo de redes de agua fría, y a diferencia del mismo, éste está fundamentado en la cantidad de pérdidas de calor por metro lineal de tubería, así como en el dato empírico del gasto que es producido - por la pérdida, lo que lo hace más sencillo que el anterior.

Perdidas de calor en tuberías KCAL/ML/Hr.

Diam.mm	Espesor del aislamiento	Pérdida
13	19	7.0
19	19	7.0
26	19	9.0
32	19	10.7
38	19	11.9
50	25	11.9
64	25	13.9
75	25	15.9
100	25	18.6
150	25	20.1

Una vez que se cuenta con los diámetros y trazo geométrico de las tuberías de alimentación, se procede de la siguiente manera:

En base a la tabla anterior, se calculan las pérdidas de la alimentación utilizando la longitud de cada tramo y su diámetro correspondiente. A continuación se calculan las pérdidas del complemento del circuito, o sea, la línea de retorno, que se tomarán para esta -- primera proposición igual a:

$$P_R = \frac{2}{3} P_A$$

en donde:

P_R = pérdidas en la tubería de retorno en KCAL.
 P_A = pérdidas en la tubería de alimentación en KCAL.

Si la tubería de alimentación, se bifurca en dos o -- más ramales, se consideran formados circuitos por cada uno de estos, y las pérdidas de calor se van acumulando desde los puntos más alejados hasta llegar al -- tanque de almacenamiento.

Una vez acumuladas las pérdidas de calor en la acometida al tanque de almacenamiento, se calcula el gasto producido por éstas, tomando en cuenta que la pérdida de 4000 Kcal produce un gasto de 1 Lt/seg, esto es:

$$Q_{circ} = \frac{P_c}{4,000} \quad (\text{Lts./seg.})$$

en donde:

- Q_{circ} = es el gasto producido en Lts./seg.
 P = es la suma de pérdidas de los circuitos anteriores en la acometida del tanque de agua caliente, en Kcal.

Cuando se trata de una instalación de varios circuitos el gasto obtenido se distribuye proporcionalmente con respecto a la cantidad de pérdidas de cada uno de éstos.

Una vez obtenido el gasto de circulación, se encuentra el diámetro correspondiente fijando las pérdidas H_f en 15 % utilizando la fórmula:

$$\phi^{2.63} = \frac{Q \cdot 35.834 \times 10^7}{140 H_f}$$

Con el diámetro de la tubería de retorno, se repite -

el cálculo para verificar la suposición inicial de -- que la línea de retorno perdía calor a razón de $2/3$ + de la de alimentación, utilizando para ésto la tabla correspondiente para el diámetro calculado.

Si el valor de las pérdidas en la línea de retorno resultaran diferentes a las supuestas inicialmente, se ajustan los diámetros repitiendo el proceso de cálculo.

IV.b DISEÑO DE LOS EQUIPOS DE PRODUCCION DE AGUA CALIENTE.

Existen diferentes y muy variados procedimientos para el cálculo de la capacidad de los equipos de producción, la mayoría de ellos enfocados al diseño de tanques de almacenamiento y calderas propios de los sistemas de producción central de agua caliente.

El tamaño del calentador apropiado para un sistema de producción local, está determinado por una sencilla regla: en base a la capacidad del tanque de almacena

miento en galones, será capaz de satisfacer las demandas de los muebles, o sea:

CAPACIDAD EN GALONES	MUEBLES ALIMENTADOS
G-10	1 llave
G-20	2 llaves
G-30	3 llaves
G-40	etc.

O bien, también pueden seguirse los procedimientos explicados para el diseño de los equipos de producción central, referidos a menor escala.

Algunos fabricantes de calentadores de uso doméstico, recomiendan el modelo más adecuado para diferentes usos, como por ejemplo:

Cuando se usa un modelo	Capacidad del tanque		Tiempo entre cada servicio (MINUTOS)		
			casa con 1 baño	casa con 2 baños simultaneos	casa con 3 baños simultaneos
	GALONES	LTS			
101	6	25	25	---	---
102	10	40	36	---	---
102-E	10	40	36	---	---
105	15	60	40	45	---
106	20	80	45	60	---
301	30	114	49	65	80
302	40	150	55	70	90
202	10	40	36		

Mucho cuenta para instalaciones pequeñas, las características proporcionadas del tipo de calentador a instalar, pues hay mucha variación en la simultaneidad del uso, sobre todo en familias pequeñas, donde la elección basada en las recomendaciones anteriores es suficiente.

El problema del cálculo del equipo de producción de agua caliente para instalaciones de más importancia se reduce a los siguientes factores:

- A) Obtención de la demanda de agua caliente.
- B) Incremento de la temperatura del agua.
- C) Determinación de la capacidad de almacenamiento del tanque de agua caliente.
- D) Selección del equipo de calentamiento necesario.

Existen diferentes métodos para la obtención de cada uno de éstos. Presentamos algunos de los más usuales a continuación:

**METODO DE DISEÑO SELMEC EQUIPOS INDUSTRIALES,
S.A. DE C.V.**

Este método propone tres procedimientos de uso común--
para la estimación de los requerimientos de agua ca--
liente:

**METODO PARA EL CALCULO POR NUMERO DE CUARTOS,
AGUA CALIENTE EN LITROS/DIA (24 HORAS)**

	No. cuartos	No. de baños por cuarto				
		1	2	3	4	5
APARTAMENTOS	1	226				
	2	264				
Y	3	304				
	4	340	455			
CASAS	5	375	530			
	6	455	605	760		
PRIVADAS	7	530	680	830		
	8	605	760	910	950	
	9	680	830	990	1040	
	10	760	910	1070	1130	
	11		990	1130	1280	
	12		1070	1230	1440	1700
	13		1130	1320	1580	1890
	14			1420	1740	2080
	15			1510	1890	2270
	16				2040	2460
	17				2190	2650
	18				2340	2840
19					3030	
20					3210	
HOTELES	Cuarto con sanitario					38
	Cuarto con baño (Transitorio)					190
	Cuarto con baño (Residente)					230
	2 Cuartos con baño					305
	3 Cuartos con baño					375
	Regadera Pública					760
Sanitarios Públicos					570	
OFICINAS	Empleados de confianza c/u					10
	Empleados					15
	Limpeza por 1,000 mts. ²					114
HOSPITALES	Por cama				300 a 380	

METODO PARA CALCULAR LAS NECESIDADES DE AGUA CALIENTE EN FUNCION DE LOS EQUIPOS INSTALADOS
Los datos son litros/hr. a 60°C.

	Aptos.	Clubs	Gimnasios	Hospitales	Hoteles	Fábricas	Oficinas	Casas	Escuelas
Lavabos privados	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Lavabos públicos	15	23	30	23	30	46	23		53
Tinas de baño	76	76	115	76	76			76	
Lavaplatos	53	190-530		190-530	190-760	76-380		53	76-380
Lavaplatos de pie	11.5	11.5	46	11.5	11.5	46		11.5	11.5
Fregaderos	38	76		76	115	76	76	38	76
Lavadoras de ropa	76	106		105	105			76	
Fregaderos Pantry	19	38	38	38	38		38	19	38
Regaderas	115	530	855	285	285	855	105	105	855
Eliminador de sobras	76	76		76	105	76	76	53	76
Regaderas Hidroterápicas				1510					
Baños Hubbard				2500					
Baños de pies				380					
Baños de brazos				132					
Baños de asiento				105					
Baños de flujo continuo									
Fregaderos circulares				76	76	105	76		105
Fregaderos semicirculares				38	38	53	38		53
Factor de demanda	0.3	0.31	0.4	0.25	0.25	0.4	0.3	0.3	0.4
Factor de almacenamiento	1.25	0.9	1.0	0.6	0.8	1.0	2.0	0.7	1.0

METODO PARA EL CALCULO POR NUMERO DE PERSONAS

	Agua caliente requerida por persona lts/día a 60°C	Máxima demanda por hora	Duración de la máxima demanda	Capacidad de almacenamiento	Capacidad de calentamiento
Casas, Aptos.					
Hoteles	100	1/7	4 Hr.	1/5	1/7
Oficinas	38	1/5	2	1/5	1/6
Fábricas	180	1/3	1	2/5	1/8
Restaurantes				1/10	1/10
Rest. 3 comidas/día		1/10	8	1/5	1/10
Rest. 1 comida/día.		1/5	2	2/5	1/6

En donde utilizando cualquiera de los tres, se obtiene la demanda de agua caliente y se multiplica, según sea la tabla que se utilice, por el factor de demanda

correspondiente para encontrar la máxima demanda por hora, o sea:

CONSUMO X FACTOR DE DEMANDA = MAXIMA DEMANDA POR HORA

La caldera o equipo de calentamiento deberá tener una capacidad de calentamiento de agua, igual a esta demanda máxima probable por hora.

Asimismo, el tanque de almacenamiento deberá de tener una capacidad igual a la demanda máxima probable multiplicada por el factor de almacenamiento.

Por último, la cantidad de calor necesaria para el calentamiento del agua se determina con la fórmula:

$$Q = W C_p \Delta t \quad (\text{Kcal/Hr})$$

en donde:

W = cantidad de agua por calentar (Kg/hr)
 C_p = calor específico del agua a presión constante $1 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}}$
 Δt = diferencia de temperaturas antes y después del calentamiento $^\circ\text{C}$

Para albercas se propone la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{W C_p \Delta t}{t}$$

en donde:

t = es el tiempo en horas disponible para calentar el agua (de 8 a 12 horas)

METODO DE LA RELACION DE MEZCLA

Este método supone que el agua fría es calentada hasta una temperatura T_c en el tanque de almacenamiento de 60°C , así como también considera que el agua en los servicios será utilizada a una temperatura T_s de 40°C , logrando esta disminución al mezclar el agua caliente con la conveniente porción de agua fría al ser utilizada por los usuarios. El método toma en cuenta un periodo de calentamiento inicial de dos horas, que repercute en requerir menor potencia calorífica en la caldera.

Se proponen dos casos que varían según la determinación del periodo máximo de consumo:

ler. Caso. CALCULO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE -
AGUA CALIENTE Y CALDERA EN VIVIENDAS Y HOTELES.

Tomando en cuenta que la potencia de la caldera deberá ser tal que pueda calentar el volumen del acumulador de 10°C a 60°C durante el periodo de calentamiento, el agua en los aparatos es utilizada a 40°C y si llamamos A a la cantidad de agua a 40°C consumida por todos los aparatos en un sólo uso, el volumen para el tanque de almacenamiento se puede determinar a partir de la ecuación que expresa la mezcla del agua calentada a 60°C con parte de agua fría a 10°C para obtener agua a 40°C, esto es:

$$60 V + 10 (A - V) = 40 A$$

de donde el volumen del tanque de almacenamiento es -
igual a:

$$V = \frac{30}{50} A$$

para la obtención del volumen de agua consumida por -

los aparatos en un solo uso A, se utiliza la siguiente tabla:

APARATO	CANTIDAD DE AGUA A 40°C EN UN SOLO USO (Lts)
Baño	180
Lavabo	12
Bidé	12
Fregadero	20
Regadera	120

La caldera habrá de proporcionar las calorías (C) necesarias para elevar la temperatura del agua de 10°C a 60°C, o sea:

$$C = V (60 - 10)$$

$$C = 50 V \quad (\text{Kcal})$$

Si consideramos que el periodo de calentamiento inicial es de dos horas, la potencia calorífica de la caldera será:

$$C = \frac{50 V}{2} \quad \left(\frac{\text{Kcal}}{\text{Hr}} \right)$$

2o. Caso. CALCULO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y CALDERA EN CUARTELES, COLEGIOS, FABRICAS Y EDIFICIOS ANA LOGOS.

En estos casos se conoce con bastante exactitud lo -- que dura el periodo de consumo principal y la canti-- dad de agua gastada en él.

Suponiendo como en el caso anterior, que el agua ca-- liente en los aparatos se utiliza a 40°C y en el tan-- que de almacenamiento llega a 60°C como máximo.

Llamemos:

- V = capacidad en litros del acumulador.
- P = potencia calorífica de la caldera en Kcal/hora
- M = tiempo del que se dispone para el primer calentado
- N = tiempo que funcionan los aparatos
- K = calorías recibidas por el total de agua - consumida en los aparatos durante N, para pasar de 10°C a 40°C
- t = temperatura de alimentación de agua fría 10°C
- t' = temperatura en el tanque de almacenamien- to 60°C
- t'' = temperatura del agua en los aparatos al - final del periodo N, 40°C

Si la instalación funciona bien, las calorías transmitidas por la caldera al agua durante el tiempo $M + N$ serán precisamente la suma de las calorías que han de entregarse al agua consumida en los aparatos durante el tiempo de ejercicio N ; más las que habrá recibido el agua contenida en el acumulador (que quedará lleno al final de N) para pasar de la temperatura t a la t''

Expresado esto, tenemos:

$$P (M + N) = K + (40 - 10) V$$

Por otra parte, tenemos también que durante el periodo M calentamos el agua del acumulador hasta el máximo t' . Luego durante el tiempo M las calorías recibidas por el volumen V para pasar de 10°C a 60°C serán iguales a las cedidas durante ese tiempo al agua por la caldera de potencia P , es decir:

$$(60 - 10) V = MP$$

Como K es un dato ($K =$ agua consumida en un solo uso $\times (40 - 10)$), tenemos dos ecuaciones muy sencillas con

dos incógnitas V y P, de donde se obtiene su valor correspondiente.

Por último este método recomienda añadir un 15 % en cualquiera de los dos casos mencionados a la potencia obtenida para la caldera a fin de absorber las pérdidas de calor en las tuberías y paredes del tanque acumulador.

METODO PARA DETERMINAR LA PRODUCCION DE AGUA CALIENTE A VAPOR. CLIPER - STROCK

El método más usual para el calentamiento de agua, es mediante la utilización de vapor.

Como primer paso es determinado el consumo máximo horario (Its/min) como la sumatoria del consumo de los muebles en la instalación, tomando el dato en la siguiente tabla denominada "Producción de Agua Caliente a Vapor", esto es:

COLUMNA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
T I P O D E E D I F I C I O .	Lavabo Privado	Lavabo Público	Lavadero	Lavadora	Lavapies	Lavaplatos	Fregadero Barra	Fregadero Cocina	Regadera	Tina	Vertedero	Demanda Máxima por hora	Consumo diario medio	Duración Pico en Horas	
Club	3	10	30	100	12	30	20	20	200	30	20	0.30	+	+	
Departamentos	3	5	25	75	3	15	10	10	60	15	20	0.20	10	4	
Dormitorios	3	10	35	100	3	—	—	—	200	30	16	0.25	10	4	
Edificio alto	3	10	—	—	—	—	—	—	150	—	20	0.20	7.5	3	
Gimnasio	3	10	—	—	12	—	—	—	200	30	—	0.60	+	+	
Hotel	3	10	35	150	3	30	20	20	75	20	30	0.30	15	4	
Industrias	10	10	—	—	12	1	—	2	30	6	4	0.70	+	+	
Oficinas	3	8	—	—	—	—	—	—	—	—	15	0.15	7.5	3	
Residencias	3	—	25	75	3	15	10	10	50	15	15	0.30	10	4	
Restaurante (día y noche)	B A R A T O						1 galón p/comida				1.5 GPC		15	10	
Restaurante (2 comidas)	M E D I A N O		LAVADO MANUAL				1.5 Galones p/comida		LAVADO A MAQUINA		2.5 GPC		10	4	
Restaurante (1 comida)	C A R O						2 Galones p/comida				4.5 GPC		5	3	
Hospital	DE 80 A 100 GALONES POR CAMA														
Garage	50 GALONES POR CARRO LAVADO														

+ Debe calcularse individualmente

$$C_m = \approx \text{consumo de muebles} \quad (\text{lts})$$

Se calcula la demanda máxima horaria en base a C multiplicado por el factor de demanda (columna 13)

$$D = C_m \times \text{factor demanda} \quad (\text{Lts/Hr})$$

Se determina el valor del consumo medio diario multiplicando la demanda máxima horaria por el factor de consumo medio, (columna 14)

$$C_d = D \times \text{factor consumo medio} \quad (\text{Lts/día})$$

Es obtenida la capacidad del calentador q, multiplicando el consumo medio diario por el factor F, que depende del tipo de intercambiador de calor y la temperatura del agua en los servicios.

Valores de F

TEMPERATURA	INTERCAMBIADOR DE CALOR	
	SUMERGIDO	INTERMITENTE
MINIMA	5 %	10 %
MEDIA	7.5 %	15 %
GENEROSA	10 %	20 %

esto es:

$$q = Cd \times F \quad (\text{Lts/día})$$

La capacidad del tanque de almacenamiento se calcula con la siguiente expresión:

$$C = \frac{4}{3} \left| Hp \left(D - \frac{q}{Hp} \right) \right| \quad (\text{Lts})$$

en donde:

H_p = es la duración del gasto pico, obtenida de la columna 15.

Y la potencia calorífica del intercambiador de calor será:

$$Q = \frac{q}{24} t C_p$$

en donde:

t = diferencia de temperaturas °C

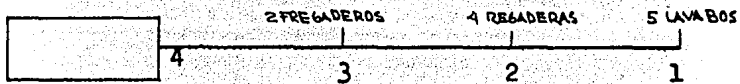
C_p = calor específico del agua 1 Kcal/Kg°C

V. EJEMPLOS DE APLICACION

V.a DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCION

V.a.1 CALCULO DEL GASTO MAXIMO INSTANTANEO

1.- Determinación del gasto máximo instantaneo que debe transportar un tubo que alimenta a los siguientes muebles por el método Británico.



Para facilidad de calculo elaboraremos la siguiente -
tabla:

TRAMO	GASTO POTENCIAL	L.F.M.	Q max.inst. L.P.M.	Q agua cal. L.P.M.
1-2	5 lavabos X 22.73	= 113.65	93.19	69.89
2-3	5 lavabos X 22.73 4 regnderas X 18.18	= 186.37	118.20	89.65
3-4	5 lavabos X 22.73 4 regaderas X 18.18 2 fregaderos X 18.18	= 222.73	127.92	95.94

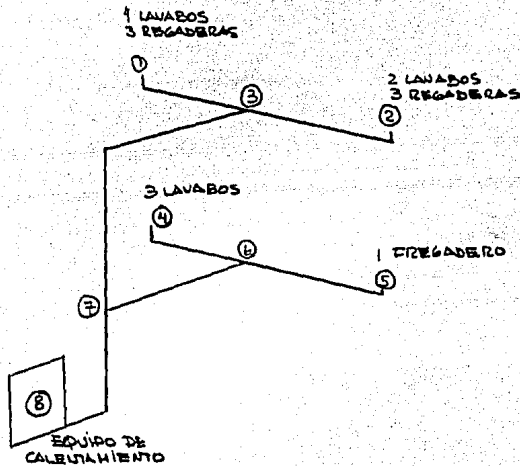
En la cual podemos observar, que para el cálculo del-gasto potencial, se recurre a la tabla que relaciona- los muebles con su correspondiente gasto, y éste a su vez es multiplicado por el número de aparatos simila- res. Para los tramos posteriores al primero se sigue el mismo procedimiento, cuidando de acumular el gasto del tramo anterior.

Una vez que se ha calculado el gasto potencial en ca- da tramo, se consulta en la tabla de simultaneidad -- que gasto máximo instantáneo corresponde a ese gasto- potencial.

Los gastos máximos instantáneos así obtenidos, serán- los gastos utilizados para el diseño del diámetro de- la tubería en ese tramo. Para agua fría, por último- cabe recordar que para diseño exclusivo de requeri- - mientos de agua caliente se recomienda utilizar sólo- el 75 % del gasto máximo instantáneo obtenido.

2.- Determinación del gasto máximo instantáneo por el método de Kesler de una edificación.

considerese el siguiente esquema.



Analizando el baño ubicado en el punto Núm. 1, en donde tenemos 4 lavabos y 3 regaderas; éstos son multiplicados por su correspondiente gasto unitario por mueble, tomando el valor de la tabla de gastos mínimos para este método, esto es:

$$\begin{aligned}
 4 \text{ lavabos} \times 0.1 &= 0.4 \text{ L.P.S.} \\
 3 \text{ regaderas} \times 0.1 &= 0.3 \text{ L.P.S.}
 \end{aligned}$$

Tomando en cuenta la simultaneidad y utilizando la tabla de porcentajes de gasto, en donde se indica que para 4 lavabos se deberá considerar sólo el 75 % de la suma de sus gastos, y para 3 regaderas el 100 %, - teniendo:

$$0.4 \times 75 \% = 0.30 \text{ L.P.S.}$$

$$0.3 \times 100 \% = 0.30 \text{ L.P.S.}$$

El total del gasto para éste grupo será:

$$0.30 + 0.30 = 0.60 \text{ L.P.S.}$$

siguiendo la misma forma para los demás grupos:

PUNTO	GRUPO	GASTO TOTAL
2	2 lavabos X 0.1 X 100 % =0.2 3 regaderas X 0.1 X 100 % =0.3	0.5 L.P.S.
4	3 lavabos X 0.1 X 100 % =0.3	0.3 L.P.S.
5	1 fregadero X 0.15 X 100 % =0.15	0.15 L.P.S.

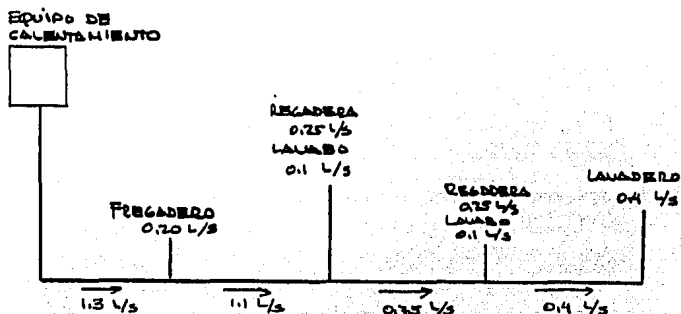
Para conocer el gasto que circulará por cada tramo -- nos apoyaremos en la siguiente tabla:

TRAMO	SUMA DE GASTOS DE GRUPOS	NUMERO DE GRUPOS	COEFICIENTE SIMULTANEIDAD %	GASTO SIMULTANEO	GASTO MAXIMO INSTANTANEO AGUA CALIENTE
1-3	0.6	1	100	0.6	0.45
2-3	0.5	1	100	0.5	0.38
4-6	0.3	1	100	0.3	0.23
5-6	0.15	1	100	0.15	0.12
3-7	1.1	2	90	0.99	0.74
7-8	1.55	4	80	1.24	0.93

En donde se han multiplicado los gastos de los grupos por el coeficiente de simultaneidad dado para columnas y distribuidores. De igual forma, por último, se ha considerado el 75 % de los resultados obtenidos para el consumo de agua caliente.

Estos últimos resultados son los gastos de diseño buscados.

3.- Obtenga los gastos y los diámetros necesarios para la instalación mostrada en la siguiente figura, -- utilizando el método francés.

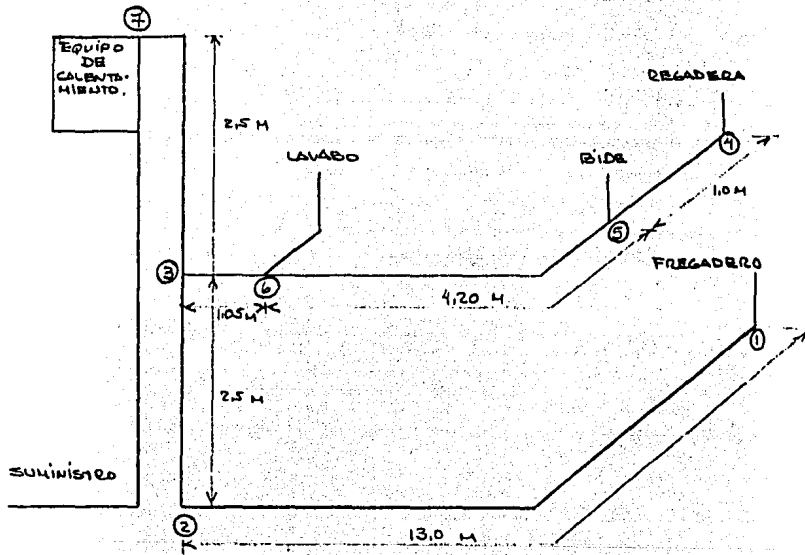


Se han puesto en el esquema anterior, los gastos recomendados por este método para los diferentes aparatos. En la parte inferior de este mismo se anotó el gasto acumulado correspondiente a cada tramo. Con estos datos se puede elaborar la siguiente tabla:

TRAMO	NUMERO LLAVES	GASTO ACUMULADO L/S	COEFICIENTE SIMULTANEIDAD	GASTO INSTANTANEO	GASTO DISEÑO AGUA CALIENTE	DIAMETRO TEORICO	DIAMETRO COMERCIAL
1-2	1	0.40	-----	0.40	0.30	16.51	19 (3/4")
2-3	3	0.75	0.707	0.53	0.397	19.00	19 (3/4")
3-4	5	1.10	0.50	0.55	0.412	19.35	19 (3/4")
4-5	6	1.30	0.447	0.58	0.435	19.89	19 (3/4")

En donde se calcula el gasto de diseño en función del coeficiente de simultaneidad K y el gasto acumulado.-- El gasto de circulación de agua caliente corresponde al 75 % del calculado para agua fría. Los diámetros teóricos obtenidos corresponden a una velocidad de -- 1.4 m/s y son ajustados a diámetros comerciales. Posteriormente puede hacerse una revisión de la velocidad real.

4.- Obtener el gasto máximo instantáneo para la instalación de agua caliente mostrada, así como los diámetros correspondientes siguiendo el método de Hunter.



Como primer paso a seguir, transportaremos los datos proporcionados en el croquis a la siguiente tabla:

TRAMO		UNIDADES MUEBLE	GASTO MAXIMO PROBABLE AGUA CALIENTE	DIAMETRO
1-2	fregadero	3	0.15 L/S	13
2-3	fregadero	3	0.15 L/S	13
4-5	regadera	2	0.11 L/S	13
5-6	regadera bidé	2 3	0.29 L/S	19
6-3	regadera bidé lavabo	2 3 1	0.32 L/S	19
3-7	fregadero regadera bidé lavabo	3 2 3 1	0.40 L/S	25

Las unidades mueble correspondientes a cada tipo de aparato, son consultadas en la relación anexa al método de Hunter en el capítulo antecedente. En la tabla anterior, una vez asignado a cada mueble sus unidades correspondientes, se acumulan conforme a la trayectoria de la tubería en cada tramo a considerar.

Estas unidades mueble acumuladas, son utilizadas para encontrar el gasto máximo probable para cada sección-

del trayecto, utilizando las gráficas de Hunter. De éste se toma el 75 % para uso exclusivo de agua caliente.

El diámetro es calculado de la forma ya explicada. Ahora hagamos una revisión de la carga necesaria en el punto más desfavorable en la red, primero calculando las pérdidas para los diámetros ya obtenidos:

TRAMO	ϕ (mm)	Q (L/S)	Hf %	longitud del tramo (m)	Hf (m)
1-2	13	0.15	14	13.0	1.82
2-3	13	0.15	14	2.5	0.35
4-5	13	0.11	8	1.0	0.08
5-6	19	0.29	7	4.20	0.30
6-3	19	0.32	9	1.05	0.09
3-7	25	0.40	4	2.50	0.10

Considerando la trayectoria 4, 5, 6, 3 a 7:

$$H_f = 0.57 \text{ m}$$

La carga a vencer "H" por efectos del desnivel, tomando como referencia la tubería del suministro es:

$$H = \text{Desnivel} = 2.50 \text{ m}$$

y la carga total a vencer es:

$$C = H_f + H$$

$$C = 0.57 + 2.50$$

$$C = 3.07 \text{ m}$$

para la trayectoria 1, 2, 3 a 7:

$$H_f = 2.27 \text{ m}$$

del croquis de la instalación se observa que H es nula, puesto que no existe desnivel entre la tubería -- del suministro y el punto 1. La carga a vencer es:

$$C = H_f + H$$

$$C = 2.27 + 0$$

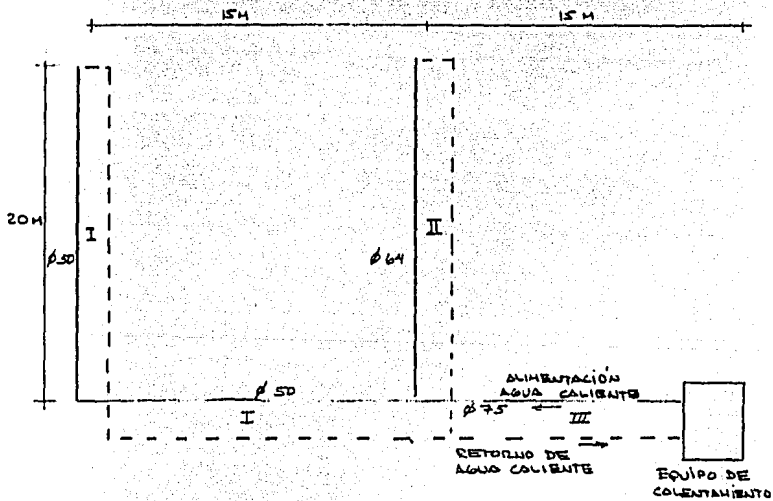
$$C = 2.27 \text{ m}$$

para efectos de sencillas en este ejemplo, se ha omitido tomar en cuenta la carga de presión mínima que se debe considerar para cada aparato y la altura misma de los grifos donde se entrega el agua, y que forman parte de la carga total a vencer.

Comparando las dos trayectorias mencionadas se toma -
la primera como la más desfavorable.

V.a.2 CALCULO DE LA RED DE RETORNO

1.- Determine por el método de densidades, los diámetros de la tubería de retorno mostrada en el esnema.



Considerando los diámetros de alimentación indicados,
así como los siguientes datos:

T_1 = Temperatura a la salida del equipo de calentamiento 60°C

T_2 = Temperatura en el punto más alejado de la tubería ascendente 50°C

T_o = Temperatura del ambiente exterior de la tubería 22°C

K = Coeficiente de transmisión de calor de la tubería 300 kilocalorías/ $\text{m}^2/\text{Hr}/^\circ\text{C}$ para tubería de cobre.

Para el circuito I, el gasto que circula debido a la diferencia de temperaturas en la columna ascendente es:

$$Q_r = \frac{K S}{2} \left(\frac{t_1 + t_2 - 2t_o}{t_1 - t_2} \right)$$

$$Q_r = \frac{300(3.19)}{2} \left(\frac{60 + 50 - 2(22)}{50 - 60} \right)$$

$$Q_r = 3158 \text{ lts/Hr}$$

$$S = \pi D \times \text{longitud}$$

$$S = \pi (2 \times 0.0254) (20)$$

$$S = 3.19 \text{ m}^2$$

$$Q_t = \frac{3158}{3600}$$

$$Q_t = 0.87 \text{ lts/seg.}$$

Que es el gasto que también circulará por la línea de retorno y en base al cual calculamos el diámetro de la misma.

$$D = 29.134 / \sqrt{Q_t}$$

$$D = 29.134 / \sqrt{0.87}$$

$$D = 27.17 \text{ mm}$$

La temperatura t_3 en la parte más baja de la columna descendente del retorno se calcula con la siguiente fórmula:

$$t_3 = \frac{t_2 (2 Q_t - K S') + 2 K S' t_o}{2 Q_t + K S'}$$

En donde S' es la superficie exterior de la tubería descendente. Si fijamos un diámetro comercial, partiendo del ya calculado anteriormente, podemos estimar cuanto vale S'

$$D = 25 \text{ mm} = 1''$$

$$S' = \pi D \times \text{longitud}$$

$$S' = \pi (0.0254) (20)$$

$$S' = 1.59 \text{ m}^2$$

y t_3 será:

$$t_3 = \frac{50 (2(3158) - 300(1.59)) + 2(300)(1.59)(22)}{2 (3158) + 300 (1.59)}$$

$$t_3 = 46.06^\circ\text{C}$$

la carga disponible se puede obtener como:

$$H = h (P_d - P_a)$$

en donde P_d es el peso específico del agua a la temperatura:

$$\frac{t_2 + t_3}{2} = \frac{50 + 46}{2} = 48^\circ\text{C}$$

y P_a es el peso específico del agua a la temperatura:

$$\frac{t_1 + t_2}{2} = \frac{60 + 50}{2} = 55^\circ\text{C}$$

Consultando la gráfica de densidad agua-temperatura, en IV.a.4, tenemos:

$$P_d = 987 \text{ Kg/m}^3$$

$$P_a = 991 \text{ Kg/m}^3$$

Por lo que H es:

$$H = 20 (991 - 987)$$

$$H = 80 \text{ Kg} / \text{m}^2$$

$$H = 0.008 \text{ kg/cm}^2$$

$$H = 0.08 \text{ M.C.A.}$$

Las pérdidas en el circuito son:

ALIMENTACION:

$$H_f = \left(\frac{Q}{35.834 \times 10^{-7} C \phi^{2.63}} \right)^{1/0.54}$$

$$H_f = \left(\frac{0.87}{35.834 \times 10^{-7} (140) (25)^{2.63}} \right)^{1/0.54}$$

$$H_f = 0.36$$

multiplicando por la longitud total de la alimentación:

$$H_f = 0.058 (20 + 15)$$

$$H_f = 2.06 \text{ m}$$

RETORNO:

$$H_f = \left(\frac{0.87}{35.834 \times 10^{-7} (140) (25)^{2.63}} \right)^{1/0.54}$$

$$H_f = 0.36$$

Multiplicando por la longitud total del retorno

$$H_f = 0.36 \times (20 + 15)$$

$$H_f = 12.78 \text{ m}$$

y las pérdidas en el circuito serán:

$$H_f = 12.78 + 2.06$$

$$H_f = 14.84 \text{ m}$$

Como las pérdidas son mayores que la carga disponible por efectos de diferencias de densidades, se intercalará una bomba recirculadora cuya carga de diseño está dada por:

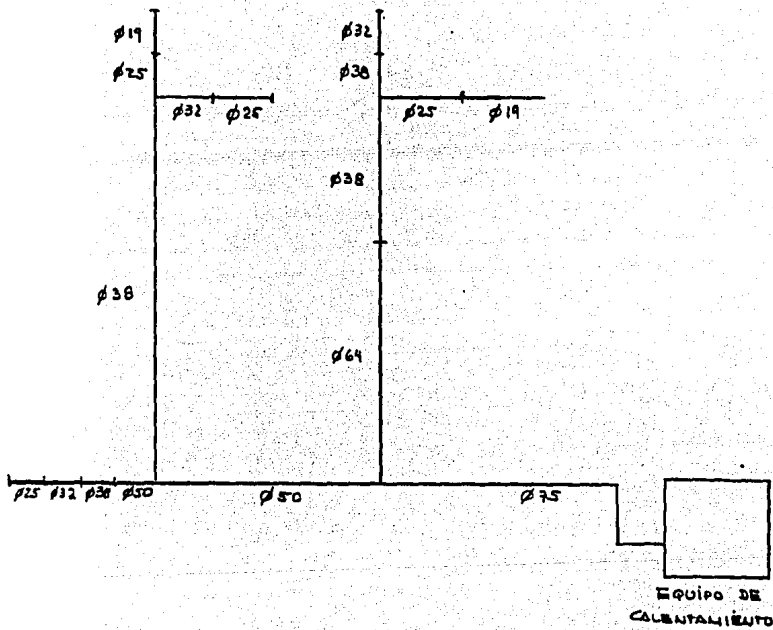
$$H_{\text{bomba}} = H_f - H$$

$$H_{\text{bomba}} = 14.84 - 0.08$$

$$H_{\text{bomba}} = 14.76 \text{ m}$$

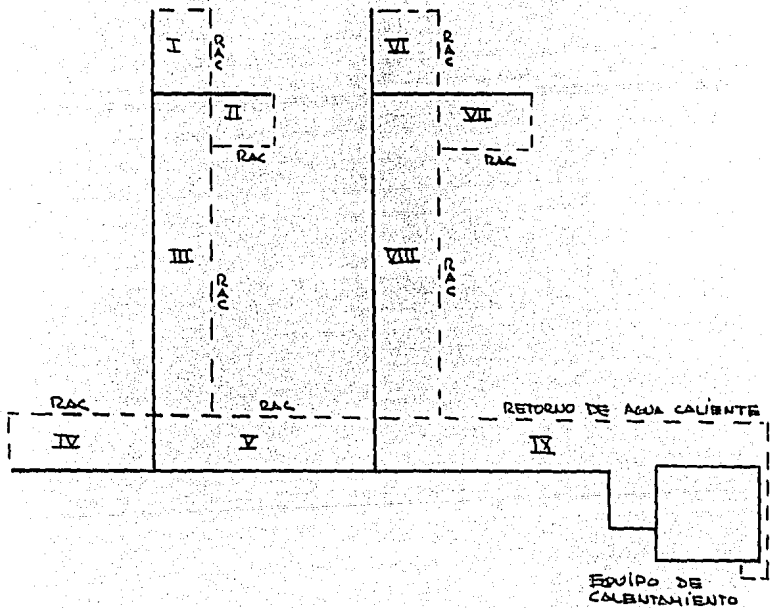
De igual forma se procede en el circuito II

2.- Obtener los diámetros de la tubería de retorno - del esquema mostrado por el método de las pérdidas de calor.



En donde se indican los diámetros correspondientes de alimentación:

Primeramente propongamos una línea de retorno y dividamos la red en circuitos:



Auxiliándonos de la siguiente tabla para ordenar el cálculo, anotamos en ella diámetros y longitudes de los tramos de cada circuito.

De la tabla proporcionada en éste método, se registran las cantidades de kilocalorias perdidas por metro lineal para los diferentes diámetros:

CIRCUITO	Ø mm	LONGITUD DEL TRAMO (m)	KCALORIAS POR ML	KCALORIAS POR TRAMO	KCALORIAS CIRCUITO	KCALORIAS CIRCUITO ANTERIORES	KCALORIAS TOTAL
I	19	4.0	7.8	31.20	509.50	-----	509.50
	25	30.50	9.0	274.50			
	RAC			203.80			
II	25	4.0	9.0	36.00	183.05	-----	183.05
	32	6.9	10.7	73.83			
	RAC			73.22			
III	38	6.50	11.9	77.35	128.92	I y II 509.50 183.05	821.47
	RAC			51.57			
IV	25	12.20	9.0	109.80	1235.00	-----	1235.00
	32	16.40	10.7	175.48			
	38	8.60	11.9	102.34			
	50	29.70	11.9	353.43			
	RAC			494.63			
V	50	13.80	11.9	164.32	273.70	IV y III 821.47 1235.00	2330.17
	RAC			109.48			
VI	32	4.0	10.7	42.80	398.58	-----	398.58
	38	16.5	11.9	196.35			
	RAC			159.43			
VII	19	9	7.8	70.20	514.50	-----	514.50
	25	26.5	9.0	238.50			
	RAC			205.80			
VIII	38	10.80	11.9	128.52	459.77	VI y VII 398.58 514.50	1372.85
	64	10.60	13.9	147.34			
	RAC			183.91			
IX	75	43.00	15.9	683.70	1139.50	V y VIII 2330.17 1372.85	4842.52
	RAC			455.80			

La siguiente columna, corresponde al resultado de multiplicar la constante de Kcal/m por la longitud correspondiente a cada tramo. Por ejemplo; tomando el primer tramo del circuito I tenemos:

$$7.8 \text{ Kcal/m} \times 4.0 \text{ m} = 31.20 \text{ Kcal}$$

Una vez encontradas las pérdidas de calor para cada tramo del circuito, se asigna una cantidad de Kcal disipadas por la tubería de retorno (de la cual no se conoce aún su diámetro), igual a las dos terceras partes de la suma de Kcal en la alimentación. Siguiendo el ejemplo del circuito I. la suma de pérdidas en los tramos es:

$$31.20 \text{ Kcal} + 274.50 \text{ Kcal} = 305.70 \text{ Kcal}$$

y para la línea de retorno (RAC) es:

$$305.70 \text{ Kcal} \times \frac{2}{3} = 203.80 \text{ Kcal}$$

conociendo las pérdidas en la tubería de retorno, se suma algebraicamente para obtener las pérdidas en el circuito, o sea (circuito I):

$$305.70 \text{ Kcal} + 203.80 \text{ Kcal} = 509.50 \text{ Kcal (Circuito I)}$$

Las pérdidas por circuito se van acumulando conforme al recorrido de la red. Por ejemplo: para el circuito III, hay que considerar que los circuitos anteriores son I y II cuyas pérdidas son anotadas en la columna correspondiente, y sumadas a la propia para conocer las Kcal totales disipadas hasta ese punto del recorrido. Por ejemplo; para el circuito III:

Kcal circuitos anteriores	
I	509.50 Kcal
II	183.05 Kcal
Kcal propia del circuito	
III	128.92 Kcal
Kcal totales	
I + II + III	821.47 Kcal

Después de proceder análogamente para todos los circuitos, se calculan los factores de distribución para los circuitos que tengan un origen común, tomando como base las Kcal totales ya calculadas. Por ejemplo: para el cálculo de los factores de distribución de los circuitos I y II (que tienen como origen común el

circuito III) se tiene:

Circuito I

$$F.D. = \frac{\text{Kcal I}}{\text{Kcal I} + \text{Kcal II}} = \frac{509.50}{509.50 + 183.05} = 0.74$$

Circuito II

$$F.D. = \frac{\text{Kcal II}}{\text{Kcal I} + \text{Kcal II}} = \frac{183.05}{509.50 + 183.05} = 0.26$$

De la misma manera calculando para los demás circuitos se ordena la siguiente tabla:

CIRCUITO	FACTOR DE DISTRIBUCION
I	509.50 / 509.50 + 183.05 = 0.74
II	183.05 / 509.50 + 183.05 = 0.26
III	821.47 / 821.47 + 1235 = 0.40
IV	1235 / 821.47 + 1235 = 0.60
V	2330.17 / 2330.17 + 1372.85 = 0.63
VI	398.58 / 398.58 + 514.50 = 0.44
VII	514.50 / 398.58 + 514.50 = 0.56
VIII	1372.85 / 2330.17 + 1372.85 = 0.37
IX	4842.52 / 4842.52 = 1.0

Para calcular el gasto que circulará por la red, se toman las Kcal a la llegada del retorno al equipo de calentamiento (4842.52 Kcal) y considerando que 4000-Kcal producen un gasto de 1 Lt/seg, el valor del flu-

jo buscado se calcula fácilmente de la siguiente forma:

$$Q_{\text{total}} = \frac{4842.52}{4,000} = 1.21 \text{ Lts/seg}$$

Siguiendo el mismo criterio para la obtención de los factores de distribución, se encuentran los gastos para cada circuito. Por ejemplo el gasto en el circuito VIII será:

$$Q_{\text{VIII}} = Q_{\text{IX}} \times \text{F.D.}$$

$$Q_{\text{VIII}} = 1.21 \times 0.37$$

$$Q_{\text{VIII}} = 0.45 \text{ Lts/seg}$$

Con estos gastos calculados, se encuentran los diámetros de la tubería buscados, esto es:

CIRCUITO	GASTO Lt/seg	RAC ϕ mm
I	0.22	13
II	0.08	13
III	0.30	19
IV	0.46	19
V	0.76	25
VI	0.20	13
VII	0.25	13
VIII	0.45	19
IX	1.21	32

Por ejemplo para el circuito V.

$$D_{\text{RAC V}} = 29.134 \sqrt{Q}$$

$$D_{\text{RAC V}} = 29.134 \sqrt{0.76}$$

$$D_{\text{RAC V}} = 25.39 \text{ mm}$$

$$\text{Diámetro comercial} = 25 \text{ mm}$$

Para efectuar la comprobación se repite el procedimiento desde el principio, con la diferencia que para las líneas de retorno de agua caliente ya se conoce su diámetro, eliminando la suposición hecha de que --

las pérdidas de calor en ésta, eran de dos terceras - partes de las pérdidas en alimentación.

En la siguiente tabla se resume la comprobación del - ejemplo propuesto:

CIRCUITO	φ mm	LONGITUD DEL TRAMO M	K KCAL NL	KCAL TRAMO	CIRCUITO ANTERIORES KCAL	K TOTAL	FACTOR DISTRIBUCION	Q Lts/s	φ mm DEFINITIVO
I	19	4.0	7.8	31.20					
	25	30.5	9.0	274.50		547.20	0.75	0.24	13
	RAC 13	34.5	7.0	241.50					
II	25	4	9.0	36.0					
	32	6.9	19.7	73.83		186.13	0.25	0.90	13
	RAC 13	10.9	7.0	76.30					
III	38	6.5	11.9	77.35	547.20				
	RAC 19	6.5	7.8	50.07	186.13	861.55	0.41	0.33	19
IV	25	12.20	9.0	109.80					
	32	16.40	10.7	175.48					
	38	8.60	11.9	102.34			0.59	0.46	19
	50	29.70	11.9	353.43		1 262.87			
	RAC 19	66.90	7.8	521.82					
V	50	13.80	11.9	164.22	861.55				
	RAC 25	13.80	9.0	124.10	1 262.87	2 412.72	0.64	0.79	25
VI	32	4.0	10.7	42.80					
	38	16.50	11.9	196.35					
	RAC 13	20.50	7.0	143.50		382.65	0.41	0.18	13
VII	19	9.0	7.8	70.20					
	25	26.25	9.0	238.50		577.20	0.59	0.26	13
	RAC 13	35.50	7.0	248.50					
VIII	38	10.80	11.9	126.52	382.65				
	64	10.60	13.9	147.34	577.20	1 387.63	0.36	0.44	19
	RAC 19	21.40	7.8	166.92					
IX	75	43.00	15.9	683.70	1 387.63				
	RAC 32	43.00	10.7	460.10	2 412.72	4 994.15	1.00	1.23	32

Los diámetros obtenidos en la comprobación son iguales a los calculados inicialmente, por lo que se aceptan como buenos.

V.b DISEÑO DEL EQUIPO DE CALENTAMIENTO.

1.- Determinar la capacidad de la caldera y el tamaño del tanque de almacenamiento para un edificio de apartamentos con el siguiente equipo instalado:

Consumo en base a la tabla de --
Equipos instalados del método Sel
mec.

60 lavabos	X	8 Lts./Hr.	=	480 Lts/Hr.
30 tinas de baño	X	76 Lts./Hr.	=	2280 Lts/Hr.
30 regaderas	X	115 Lts./Hr.	=	3450 Lts/Hr.
60 fregaderos	X	38 Lts./Hr.	=	2280 Lts/Hr.
15 lavadoras	X	76 Lts./Hr.	=	1140 Lts/Hr.
		TOTAL CONSUMO	=	9630 Lts/Hr.

utilizando la tabla correspondiente a las necesidades de agua caliente en función del equipo instalado del método de SELMEC, se obtiene el consumo para cada ti-

po de aparato, siendo la posible demanda máxima la suma de los consumos multiplicados por el número correspondiente de muebles, y por el factor de demanda, tomado de la misma tabla, o sea:

$$\text{Posible Demanda Máxima} = 9630 \times 0.30 = 2889 \text{ L/Hr}$$

Así la capacidad de calentamiento de la caldera deberá ser 2889 Lts/Hr.

Y la capacidad de almacenamiento del tanque de agua caliente de:

$$\text{Capacidad de Almac.} = 2889 \times 1.25 = 3611 \text{ Litros}$$

Tomando de la tabla utilizada el coeficiente de almacenamiento.

Para determinar el tipo de caldera a utilizar calculemos la cantidad de calor necesaria para el calentamiento del agua:

$$Q = W C_p t$$

en donde:

$$\begin{aligned} W &= 2889 \text{ Lts/Hr.} \\ C_p &= 1 \text{ Kcal/}^\circ\text{C Kg} \\ t &= \text{diferencia de temperaturas agua fría y cal.} \end{aligned}$$

$$Q = 2889 (1) (45) = 130\ 005 \text{ Kcal/Hr}$$

Convirtiendo a caballos caldera:

$$CC = \frac{130\ 000 \text{ Kcal/Hr}}{8\ 450 \text{ Kcal/Hr}} = 15.38 \text{ C.C.}$$

Podría utilizarse para satisfacer las necesidades de agua caliente, una caldera de 2 pasos marca MYRGO modelo CM-2015 de 15 C.C. o alguna equivalente.

2.- Se tiene un edificio de 30 departamentos y en cada uno hay un baño, un lavabo, un bidé y un fregadero. Encontrar la capacidad de los equipos de calentamiento siguiendo el método de la relación de mezcla. --
Asignando a cada aparato las siguientes cantidades de agua a 40°C en un solo uso.

Baño	180	Lts.
Lavabo	12	Lts.
Bidé	8	Lts.
Fregadero	20	Lts.
TOTAL	220	Lts.

$$220 \text{ Lts.} \times 30 \text{ Departamentos} = 6\ 600 \text{ Lts.}$$

Por lo que la cantidad de agua en un solo uso será:

$$A = 6\ 600 \text{ Lts.}$$

De la ecuación de mezcla se obtiene para el volumen - del tanque de agua caliente:

$$V = \frac{30}{50} A$$

$$V = \frac{30}{50} (6\ 600) = 3\ 960 \text{ Lts.}$$

Suponiendo un periodo de calentamiento de dos horas, - la potencia calorífica de la caldera será: (se agrega un 15 % más como lo recomienda el método)

$$C = \frac{V (60 - 10)}{2 \text{ Hrs.}} (1.15)$$

$$C = \frac{(3\ 960) (60 - 10)}{2} (1.15)$$

$$C = 113\ 850 \text{ Kcal/Hr.}$$

expresándolo en caballos caldera:

$$\text{C.C.} = \frac{113\ 850}{8\ 450} = 13.47 \text{ C.C.}$$

Se puede elegir una caldera marca CLAYTON modelo - -- T-700 con una entrega de 126 000 Kcal/Hr o equivalente

3.- Siguiendo el criterio de CLIPER-STROCK, determinar la capacidad de los equipos de calentamiento de un edificio de departamentos en el que se instalarán:

24 regaderas
24 tinas
24 lavabos
24 lavaplatos
24 fregaderos

De la tabla "Producción de Agua Caliente a Vapor", se consultan los consumos para cada aparato. La suma de éstos será igual al consumo máximo horario, así:

Regadera	60 Gal/Hr.
Tina	15 Gal/Hr.
Lavabo	3 Gal/Hr.
Lavaplatos	15 Gal/Hr.
Fregadero	10 Gal/Hr.
TOTAL=103 Gal/Hr.	

103 X 24 Departamentos = 2472 Gal/Hr.

el consumo máximo horario será:

$C_m = 2472 \text{ Gal.} \times 3.785 = 9356.52 \text{ Its.}$

utilizando el coeficiente de la columna 13, la demanda máxima horaria es:

$$D = C_m \times F_{13}$$

$$D = 9356.52 \times 0.20$$

$$D = 1871.30 \text{ Lts./Hr.}$$

con la columna 14, se obtiene el consumo medio diario

$$C_d = D \times F_{14}$$

$$C_d = 1871.30 \times 10$$

$$C_d = 18713.00 \text{ Lts./día.}$$

usando un intercambiador de calor sumergido ($F=10\%$)-

se tiene que la capacidad de la caldera deberá ser:

$$q = C_d \times F$$

$$q = 18713.00 \times 10\%$$

$$q = 1871.30 \text{ Lts./día.}$$

la capacidad del tanque de almacenamiento se puede --

calcular como:

$$C = \frac{4}{3} \left[H_p \left(D - \frac{q}{H_p} \right) \right]$$

$$C = \frac{4}{3} \left[4 \left(1871.30 - \frac{1871.30}{4} \right) \right]$$

$$C = 7485.21 \text{ Lts.}$$

Y por último, la potencia calorífica del intercambiador de calor deberá ser:

$$Q = \frac{q}{24} \cdot t \cdot C_p$$

en donde:

$$t = \text{diferencia de temperatura} = 45^\circ\text{C}$$

$$Q = \frac{1871.30}{24} (45) (1)$$

$$Q = 3\,508.68 \text{ Kcal/Hr.}$$

el intercambiador de calor deberá entregar un mínimo de 3,508.68 Kcal/Hr.

VI. CONCLUSIONES.

El diseño de sistemas de suministro de agua caliente debe reunir las siguientes características:

- 1) Debe tener una calidad segura y satisfactoria en cuanto al servicio de agua caliente.
- 2) Deben ser instalaciones que sean durables - y al mismo tiempo tengan en cuenta la economía de instalación y operación.

La economía y durabilidad de los sistemas de suministro de agua caliente son características que pueden diseñarse en las instalaciones. El costo original de las partes que componen el sistema es sólo uno de los factores que han de considerarse. La durabilidad de cada parte, debe ser correspondiente a la de todo el sistema, o debe preverse el cambio o remplazo de las partes menos durables. La recomendación general es - que todos los sistemas deben diseñarse e instalarse -

de manera que sean durables, sin necesidad de reparaciones frecuentes o cambios mayores y en forma tal -- que se reduzca al mínimo las interrupciones en el servicio.

La utilización eficiente de las fuentes de calor económicas obtenibles, es una consideración de máxima importancia al decidir el tipo de equipo que ha de instalarse en cualquier edificación. En las áreas en -- las que cierta clase particular de combustible o energía es mucho más barata que todas las demás, la cuestión de ahorro en el costo de combustible puede ser -- un factor decisivo en la selección del equipo calentador de agua.

La elección se base en los siguientes factores:

- 1) La capacidad del equipo y sus limitantes.
- 2) El costo comparativo con otros sistemas.
- 3) La dureza del suministro de agua.
- 4) El tipo de combustible a utilizar.

Los equipos de calentamiento sin tanque de almacenamiento no son recomendables en lugares en donde la dureza del agua a calentar excede de 170 p.p.m.

En cuanto al costo comparativo atendiendo al tipo de combustible utilizado en base a los costos actuales⁺ se tiene que para elevar la temperatura de 20°C a 45°C la cantidad de 1,000 Lts. de agua, y tomando en cuenta la eficiencia en equipos de calentamiento comunmente utilizados para la producción de agua caliente se obtienen los siguientes costos:

a. CON GAS.

En calentadores de gas del tipo de almacenamiento con eficiencia del 60 %.

$$G = \frac{Q (t_2 - t_1)}{Hg E}$$

$$G = \frac{1000 \text{ Lts } (45 - 20)^\circ\text{C}}{(11853 \text{ Kcal/Kg}) 0.60} = 3.51 \text{ Kg/m}^3$$

Consumo que multiplicado por el precio actual por kilogramo de gas se tiene:

+ febrero-abril, 1986.

$$\text{COSTO/m}^3 = 3.51 \text{ Kg/m}^3 (\$ 55.00) = \$ 193.05/\text{m}^3$$

Igualmente para calentadores de gas del tipo instantaneo con eficiencia del 80 %.

$$G = \frac{1,000 \text{ Lts } (45-20)^\circ\text{C}}{(11853 \text{ Kcal/Kg}) 0.80} = 2.63 \text{ Kg/m}^3$$

o sea, 2.63 Kg de gas por cada 1,000 Lts. de agua calentada, siendo el costo:

$$\text{COSTO/m}^3 = 2.63 \text{ Kg/m}^3 (\$ 55.00) = \$ 144.78/\text{m}^3$$

b. CON ELECTRICIDAD.

Para calentadores eléctricos ya sean de depósito o de almacenamiento con eficiencia del 85 %.

$$C = K \frac{Q \cdot (t_2 - t_1)}{E}$$

$$C = (0.001163) \frac{(1,000 \text{ Lts}) (45 - 20)^\circ\text{C}}{(0.85)}$$

$$C = 34.20 \text{ Kw-hr/m}^3$$

considerando el costo de energía eléctrica:

$$\text{COSTO/m}^3 = 34.20 \text{ Kw-hr/m}^3 (22.00 \$/\text{kw-hr})$$

$$\text{COSTO/m}^3 = \$ 752.53/\text{m}^3$$

c. CON LEÑA Y CARBÓN.

Para calentadores de leña considerando una eficiencia del 50 %.

$$P = \frac{Q (t_2 - t_1)}{C E}$$

$$P = \frac{(1,000 \text{ Lts}) (45 - 20)^\circ\text{C}}{720 \text{ Kcal/Kg} (0.50)} = 69.44 \text{ Kg/m}^3$$

Comunmente es utilizado como leña en este tipo de calentador, paquetes de viruta de madera remojada en petróleo y cuyo valor calorífico a la combustión es considerado de 1,398 Kcal/paquete aproximadamente. Para este caso tenemos:

$$P = \frac{(1,000 \text{ Lts}) (45 - 20)^\circ\text{C}}{(1,398 \text{ Kcal/paq.}) (0.50)} = 35.76 \text{ Paq./m}^3$$

considerando el costo por paquete de combustible de - \$ 10.00/paq.

$$\text{COSTO/m}^3 = 35.76 \text{ Paq./m}^3 (\$ 10.00/\text{Paq.}) = \$ 357.60/\text{m}^3$$

De la misma forma utilizando carbón tenemos:

$$P = \frac{Q (t_2 - t_1)}{C E}$$

$$P = \frac{(1,000 \text{ Lts.}) (45 - 20)^\circ\text{C}}{(4,400 \text{ Kcal/Kg}) (0.50)} = 11.36 \text{ Kg/m}^3$$

El costo por 1,000 Lts. de agua calentada será:

$$\text{COSTO/m}^3 = 11.36 \text{ Kg/m}^3 (\$ 30.00/\text{Kg}) = \$ 340.80/\text{m}^3$$

d. CON PETROLEO.

La cantidad de petróleo utilizado para calentar un metro cúbico de agua, tomando como eficiencia un 40%

$$Q = \frac{Q (t_2 - t_1)}{H_o E}$$

$$Q = \frac{(1,000 \text{ Lts.})(45 - 20)^\circ\text{C}}{(8,880 \text{ Kcal/Lts.}) (0.40)} = 7.03 \text{ Lts./m}^3$$

tomando el costo de un litro de petróleo a \$ 52.00:

$$\text{COSTO/m}^3 = 7.03 \text{ Lts/m}^3 (\$ 52.00/\text{Lt}) = \$ 365.00/\text{m}^3$$

(El poder calorífico del petróleo es igual a 8880 -- Kcal/Lt)

Se puede concluir haciendo una tabla comparativa de -
lo anterior:

TIPO DE COMBUSTIBLE	COSTO POR m ³
GAS (Almacenamiento)	\$ 193.05
GAS (Instantaneo)	\$ 144.78
ELECTRICIDAD	\$ 752.93
LEÑA	\$ 357.60
CARBON	\$ 340.80
PETROLEO	\$ 365.00

El mismo análisis es válido tanto para el cálculo de costos en los equipos de producción central como local de agua caliente, tomando siempre en cuenta sus correspondientes rendimientos. Cabe señalar que la utilización de calderas de tubo de agua es más frecuente en edificación por presentar ventajas de espacio y limpieza aunque se requiera una inversión mayor. Las calderas de tubo de humo, son solicitadas en instalaciones industriales siempre y cuando la demanda requiera una capacidad entre 5 c.c. y 800 c.c., y para capacidades mayores es recomendable utilizar calderas de tubos de agua por cuestiones de eficiencia.

APENDICE A

Conversiones

Multiplique	Por	Para Obtener
Lbs	0.4536	Kg
Gal	3.78	Lts
BTU	0.252	Kcal
p ³	0.0283	m ³
$\frac{BTU}{p^3}$	8.89	$\frac{Kcal}{m^3}$
$\frac{BTU}{Lb}$	0.5555	$\frac{Kcal}{Kg}$
Joule	0.24	Cal

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Rodríguez A.Mariano. Fontanería y Saneamiento.
Dossat S.A. Madrid 1958
- 2.- Babbit Harold E. Plomería
Editorial C.E.C.S.A. 1965
- 3.- Instalaciones Hidráulicas, Sanitarias y de Gas para
Edificios. División de Educación Continua de la Fac
de Ingeniería, UNAM. Junio 1984
- 4.- Enno R. Haan. Guía de Plomería Doméstica.
U.T.E.H.A. EUA 1980
- 5.- Manual de Calderas Selmec.
SELMEC S.A. de C.V. México 2a. Edición 1981.