

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

PROGRAMA ACADEMICO DE INGENIERIA SANITARIA



## INSTALACIONES SANITARIAS Y COMPLEMENTARIAS PARA EL NUEVO HOSPITAL DE CASAGRANDE

### TOMO III

TESIS DE BACHILLER Y GRADO PARA OPTAR EL  
TITULO DE INGENIERO SANITARIO

TOMAS ALBERTO GARCIA PUENTE ARNAO

PROMOCION 1975 - 1

---

LIMA - PERU

1976

## C A P I T U L O IX

---

### INCENDIO

#### SISTEMA CONTRA INCENDIO

Al hablar de este capítulo de incendios nos referimos implícitamente al FUEGO y de los medios de sistema de que nos podemos valer para su extinción.

Los principales componentes del FUEGO son:

- Calor
- Materias Combustibles
- Materias Comburentes

En la ejecución del presente capítulo se enfocará las características tipos de fuego y la forma de extinción del mismo.

Por lo general la protección de los incendios es enfocado bajo dos aspectos definidos:

- a\_ Prevención
- b\_ Combate.

El primer aspecto corresponde a las medidas preventivas relativas a requisitos arquitectónicos y de ocupación, así como de construcción e instalaciones electrónicas, estipuladas por la legislación existente: Título III, VII y otros Reglamentos Nacional de Construcciones, por lo que se escapa a los alcances de nuestro tema.

El segundo aspecto COMBATE, relativo a los medios y sistemas para el Combate de incendio en el interior de edificaciones, corresponde al campo de instalaciones sanitarias por ser el agua el elemento más empleado y por involucrar conceptos de salud.

#### SISTEMAS USUALES DE COMBATE CONTRA INCENDIO

Para el combate contra incendios se hace imprescindible el uso de MATERIAS EXTINTORAS, mediante alguno de los siguientes sistemas:

- Tuberías alimentadoras y mangueras con pitones (Boquilla)
- Tuberías alimentadoras y distribuidor con rociadores automáticos .

Extinguidores manuales.

A fin de comprender y aplicar adecuados los sistemas indicados es necesario recordar cuales son las materias extintoras usuales y como actúan.

### MATERIAS EXTINTORAS

Se mencionó al inicio de la presente capítulo que la combinación de calor, materias combustibles y comburentes, en circunstancias favorables, produce el fuego, por lo que para su extinción las materias combatientes deben producir dos efectos principales: refrigerar y restar el oxígeno necesario para la combustión.

Los efectos se logran mediante el empleo de algunas de la siguientes materias extintoras:

AGUA.- Es el elemento más usado y barato. Se emplea para combatir principalmente el fuego de sustancias vegetales sólidas y de alcoholes. No es recomendable su uso para apagar incendios de sustancias líquidas y semi sólidas como aceites, grasas y minerales.



Su empleo es peligroso en casos de incendios en centrales y circuitos eléctricos y gases, así como de carburos, algunos metales como el aluminio, magnesio.

No se debe emplear en casos de incendios de algunos minerales como el Potasio, Sodio, y Cal.

En general el empleo del agua presenta inconvenientes por el deterioro que causa en mercaderías, libros, cuadros, etc. En estos casos es preferible el uso de otras materias extintoras.

AGUA CON ADICION DE SALES (Bicarbonato de Sodio, Cloruro de Sodio, Sulfato de Alúmina)

Posee mejores cualidades extintoras que el agua sola, ya que requiere de mayor calor para ser evaporada; además forma incrustaciones y desprende ácido carbónico, que como veremos más adelante es otra materia extintora.

VAPOR DE AGUA .- Su empleo presenta ventajas sólo en el caso de sofocar incendios en los locales cerrados, no es recomendable en incendios de aceites, grasas y minerales.

GASES EXTINTORES.- Algunos gases como el del ácido carbónico y el nitrógeno son eficaces en los locales cerrados y empleado los gases a presión.

ARENA, TIERRA, CENIZAS, Algunos polvos como bicarbonatos de sodio, tierra de infusorios, polvo de ladrillo etc. tienen un uso similar al de arena, tierra o cenizas combinados con ácido carbónico y a presión es más eficaz.

TETRACLORURO DE CARBONO .- Es líquido de bajo punto de ebullición. Sus vapores son más pesados que el aire. Su uso es más apropiado para combatir incendios de aceites minerales y circuitos eléctricos.

Es PELIGROSO, En lugares cerrados, pues al descomponerse produce gases venenosos.

BROMURO DEMETILO .- Sus vapores son tres veces más pesados que el aire pero no son venenosos. Se emplea usualmente

en los extintores manuales por no precisar de agente impulsor.

ESPUMA QUIMICA .- Se obtiene mediante la mezcla de agua y polvos de espuma.

NIEVE CARBÓNICA.- Es el ácido carbónico líquido. Su empleo refrigera el foco de incendio e impide el acceso de oxígeno del aire. Es recomendable para cualquier tipo de incendios especialmente de aceites e instalaciones eléctricas.

## EL FUEGO

### a) Generalidades

El fuego es una reacción química que se produce por la presencia de tres elementos: Calor, Combustibles, y Oxígeno.

Sucede, cuando un material se une al oxígeno tan rápidamente que produce llamas.

Esquemáticamente, el fuego puede ser representado por un triángulo equilátero, cuyos lados vendrían a ser los tres elementos que originan la reacción.

En principio, la extensión de incendios se basa en la eliminación de cualquiera de estos tres elementos aunque también es posible aplicar agentes químicos secos o hidrocarburos halogenados que al inactivar productos intermedios de la reacción, eliminan el fuego.

#### b) Clasificación de los Fuegos

Las Normas Americanas Clasifican los fuegos en cuatro grupos:

##### Fuegos de Clases A:

Ocurren en materiales combustibles ordinarios, tales como madera, tela, papel y plástico.

El agente extinguidor más comúnmente usado es el agua, la cual enfría y apaga al fuego. Los fuegos de estos materiales son también extinguidos mediante el uso de productos químicos secos que se utilizan en fuego de Clase A, B y C. Estos

proveen una extinción rápida de las llamas y forman una capa de retardante de fuegos que evita el reincendio.

- Fuegos de Clase B:

Ocurren por la mezcla de vapores y aire en la superficie de los líquidos inflamables, tales como grasas, gasolina y aceites lubricantes.

Es necesario un agente aplacador o inhibidor para extinguir estos fuegos. De acuerdo a las circunstancias, se puede usar productos químicos secos, espuma, líquidos vaporizantes, bióxido de carbono y agua en forma de rocío fino como agentes extinguidores para este tipo de fuego.

- Fuego de Clase C.

Ocurre en instalaciones de equipos eléctricos, donde deben usarse agentes extinguidores no conductores. Lo más indicado en estos casos es el uso de productos químicos secos, bióxido de carbono y líquidos vaporizantes. No se recomienda el uso de espuma, agua (excepto como rocío) y agentes líquidos del tipo de agua, debido a que su conductibilidad puede dañar tanto al personal que lo aplica como a las instalaciones eléctricas, en forma irreparable

- Fuegos de Clase D:

Es- el que sucede en metales combustibles como son: Magnesio, Sodio, Potasio etc.

Estos fuegos requieren la aplicación de agentes extinguidores y técnicas especiales para ser dominados.

c) ATENCIÓN DEL SINIESTRO

Al producirse un siniestro de incendio, transcurre un tiempo más o menos largo desde el momento en que las Compañías de Bomberos toman conocimiento del hecho y comienzan a combatirlo. Esta circunstancia establece que ciertas edificaciones, de acuerdo a la probabilidad de ocurrencia y propagación del siniestro, deben ser dotadas de sistemas contra incendio que garantizan la fácil y rápida extinción del fuego. En términos generales, estos sistemas deben contemplar una atención inmediata inicial para extinguir el incendio o por lo menos controlarlo en su propagación hasta que las Compañías de Bomberos se hagan presente.

La atención inicial del siniestro se efectúa mediante la utilización de recursos propios, accionados por personas que se encuentren en la edificación o cerca de ella y presten su colaboración para tal efecto. En lugares donde el riesgo de incendios

es de cierta magnitud, se debe preparar personal para actuar debidamente cuando ocurra el siniestro. Por lo general, y para edificaciones similares a la que es materia de este trabajo, los sistemas se reducen a hidrantes con conexión para manguera y/o extinguidores con carga propia. Los hidrantes pueden estar llenos de agua o llenarse en el momento de su utilización. Su aprovisionamiento puede ser por tanques elevados, por bombas que succionen de cisternas y/o de la red públicas.

Cuando se utiliza el sistema de tanque elevado, las salidas de los pisos altos carecen de presión adecuada debido a que resulta inconveniente sobrellevar la unidad para cumplir con los requisitos de presión. Conviene por lo tanto suplir esta deficiencia instalando extinguidores independientes, bombas que succionen del tanque y alimenten las salidas de esos pisos o cualquier otro sistema de acuerdo a probables condiciones del siniestro.

Se puede almacenar el agua para atención de incendios, en el mismo tanque elevado que sirve para regular presiones en la red del sistema doméstico. Esto se logra aumentando la capacidad del tanque en una cantidad igual a la que se desea establecer como reserva de incendio, ubicado la o las salidas del sistema doméstico a una altura que permita mantener intangible esta reser-

va; la salida para atender el siniestro se ubica en el fondo del tanque de modo que se pueda utilizar el íntegro de su capacidad.

El sistema de bombeo desde una cisterna de almacenamiento hacia los hidrantes, considera como en el caso de los tanques elevados la provisión de un volumen establecido y adecuado para la atención del siniestro. Las bombas deben calcularse para erogar un caudal determinado, cumpliendo a la vez con los requisitos mínimos de presión en las salidas más desfavorables. De ser necesario se instalarán válvulas reductoras de presión en la o las alimentaciones de las salidas más próximas y que, son las más afectadas.

Las consideraciones anteriores sirven para el caso de bombeo de la red pública, con la diferencia de que al no contar con el volumen almacenado requerido, en la red pública la que debe satisfacer el gasto que ha de erogarse la bomba.

En ciertos casos, es posible diseñar un sistema de funcionamiento mixto, bombeando de una cisterna y de la red pública.

Los extinguidores son unidades generalmente portátiles y cargados a presión ya sea con agua o compuestos químicos.



Existen extinguidores que poseen dos secciones independientes, conteniendo una de ellas la materia extinguidora y la otra un sistema de presión que actúa al interconectarse con la primera sección y expelle el material que esta contiene.

Se utilizan por lo general en lugares donde no es conveniente aplicar un chorro de agua ó no existe tal elemento en forma aprovechable para atender el siniestro.

El manejo de los extinguidores es bastante simple y si se utiliza el agente indicado para el caso, los resultados son satisfactorios.

La técnica de extinción de fuegos, contempla entre otros casos, el tipo de riesgo, y la rapidez de propagación y las facilidades con que se debe contar para controlarlo y dominarlo.

Para establecer el tipo de riesgo, debe conocerse la clase de materiales existentes ó a ubicarse en la zona de estudio, dependiendo de la propagación del fuego, al producirse el siniestro, de la localización y proximidad de estos materiales con respecto a otros susceptibles de arder, así como de las condiciones de viento, temperatura etc. Las facilidades son que deben contar quienes vayan

a atender el siniestro, se establecen en base al tipo de personas actuantes y a las probables proporciones que aquel puede alcanzar. Estas facilidades contemplan dimensiones de los accesos a la zona tanto del siniestro como de localización de los sistemas para combatirlo; capacidad, alcance efectivo, facilidad de operación etc de estos sistemas.

De la estimación de las proporciones probables del fuego, este puede clasificarse en :Ligero, Medio y Extra.

### Selección del Sistema para Atención de Siniestro de Incendio

#### - Criterios de Selección

Se puede establecer que los tipos de riesgo de incendio de la edificación en estudio son:

Oficinas y Tiendas.....	TIPO	A
Estacionamiento .....	TIPO	B
Zona de control de ascensores y bombas.....	TIPO	C

En las Oficinas y Tiendas la facilidad de propagación de fuego de unas a otras es prácticamente nula debido a que los muros divisorios pisos y techos son de concreto armado.

No sucede lo mismo en la zona de estacionamiento, donde la proximidad entre los vehículos y las emanaciones de combustibles y gases propios del funcionamiento de los motores de los mismo, pueden determinar proporciones de cierta magnitud en caso de producirse un incendio que no sea inmediatamente atendido.

En cuanto al fuego resultante en tableros de control eléctrico, generalmente se limitara la zona de concentración de cables o sea al propio tablero, salvo que muy próximo a éstos existen materiales de combustión rápida, lo que no es usual y esta contemplado en las normas de seguridad vigentes.

Las consideraciones precedentes, determinan la probable propagación de fuego en la siguiente forma:

Oficinas	TIPO	A	Ligero
Tiendas	TIPO	A	Medio
Estacionamiento	TIPO	B	Medio

Tableros eléctricos

cos

TIPO C Ligero

Para efectos del presente estudio voy a considerar la colocación de extinguidores de tipo portátil para la atención inicial del suministro y dos conexiones simmesas en la fachada mediante la cual el Cuerpo de Bomberos suministrará agua en caso necesario, a los diferentes niveles de la edificación.

Cuando se produce un siniestro de incendio en una edificación similar a la que es materia de este trabajo, resulta lógico suponer, que de acuerdo al estado síquico de los moradores, es mas factible que se utilice satisfactoriamente un extinguidor portátil cuya operación es solamente sencilla, a que se recurre al uso de una manguera acomodada en un gabinete, se ponga en funcionamiento el sistema y se oriente debidamente el chorro de agua para sofocar el siniestro.

Cualquier tropiezo en el proceso de operación de este último sistema, si es que alguien decide utilizarlo aumenta el pánico en tal forma que se terjina por abandonar la zona permiténdose la libre propagación del fuego.

Selección del tipo de Extinguidores a Instalarse

Conocido el tipo de riesgo y las probables proporciones del siniestro, se podrá seleccionar para cada zona el ó los extinguidores apropiados, mediante el uso de las tablas siguientes:

NATIONAL		FIRE	PROTECCION Ass. (TABLA 4110)		
CLASIFICACION		MAXIMA DISTANCIA AL EXTINGUIDOR (mt)	AREAS A PROTEGERSE (m <sup>2</sup> )		
U.	L.		Riesgo Ligero	Riesgo Medio	Riesgo Extra
1	A	23	300	No permitido	No permitido
2	A	23	600	300	No permitido.
3	A	23	900	450	300
5	A	23	1,120	600	400
6	A	23	1,120	900	600

NOTA: El número que precede a la letra en riesgos de tipo A, se refiere a tantas veces una carga de agua de 1.1/4 gls.

NATIONAL FIRE PROTECTION Ass. (TABLA 4210)

RIESGO	EQUIPO MINIMO APROPIADO	MAXIMA DISTANCIA AL EXTINGUIDOR
Ligero	4 B	15
Medio	8 B	15
Extra	12 B	15

NOTA: El número que precede a las letras en riesgo de Tipo B, indica la cantidad de pies cuadrados de gasolina ardiendo en cubetas de profundidad apreciable (Mayor de 1/8 de pulgada).

NATIONAL FIRE PROTECTION (PARRAFO 2122)

Dado que los riesgos de Tipo C inciden en materiales clasificados como A o B, se escogerá el extinguidor apropiado según las características de estos últimos

En conclusión los extinguidores a ubicarse en las diferentes zonas de la edificación serán los siguientes:

DNAS	U.L. Clasif.
Oficinas	1 A
Tiendas	2 A
Estacionamiento	8 B
Tableros Eléctricos	1 A - C

Estos extinguidores darán resultados satisfactorios de acuerdo al tipo de materiales combustibles y a las probabilidades de propagación del siniestro en cada zona. Su localización considera el fácil acceso a por lo menos uno de ellos, para combatir el incendio. El tipo de agente extinguidor será cualquiera de los recomendados para cada riesgo.

Para estandarizarlos equipos, podrá usarse extinguidores "múltiples", es decir, unidades cuyo agente sea apropiado para

cubrir los tres riesgos (A, B, y C) , siempre y cuando tenga como mínimo, el índice U.K. más alto establecido en el cuadro anterior; es decir, que el agente "múltiple" este clasificado 2A- 8B- C.

#### FUENTES UTILIZADAS

- 1) *Installation of Portable Fire Extinguishers, By U.S. National Fire Protection Association.*
- 2) *Fire Extinguishers; Clasification and Rating Systems, By Underwriter's Laboratories INC.*
- 3) *Randolph Laboratories*
- 4) *Arsul Chemical Company*



PREVISIONES PARA LA ATENCION INICIAL DE SINIESTROS DE INCENDIO

La atención inicial de este tipo de siniestro está basada en la utilización de agua almacenada en la edificación, en su extracción de la red pública, o en el uso de extinguidores químicos apropiados. Existen reglamentaciones nacionales y extranjeras para tal efecto, las cuales voy a transcribir a continuación:

1.- NORMAS AMERICANAS:

El agua para extinguir incendios dentro de los edificios puede suministrarse a través de:

- a.- Montantes e hidrantes con conexiones para mangueras.
- b.- Aspersores automáticos.
- c.- Tanques- de almacenamiento.
- d.- Bombas.

Para mejor protección se pueden complementar uno u otro.

Un hidrante con conexión para manguera en un edificio alto puede alimentarse por medio de un tanque de almacenamiento o por bombas.

Los aspersores automáticos son artefactos que descargan agua automáticamente cuando la temperatura del ambiente alcanza a una temperatura predeterminada.

Las boquillas aspersoras de agua aplican esta en pequeñas partículas formando una neblina, con características extinguidoras de incendio superiores a las del agua líquida bajo algunas condiciones.

#### Cantidad y Proporción de Demanda de Agua

Las condiciones que se deben considerar en la obtención de agua para protección contra incendios incluyen calidad, cantidad o proporción de demanda, presiones y medios de distribución.

La proporción en que debe abastecer el agua más bien que el volumen de agua que va a usarse es lo que controla el diseño de las bombas y medidas de los tubos.

El volumen de agua disponible en la fuente deberá ex-

ceder el producto de la proporción de demanda y duración del fuego más largo.

Las proporciones de demanda aplicables en el diseño de protección interior contra incendio difieren de las aplicables en el abasto público.

La Cámara Nacional de Aseguradores Contra Incendios (Americanos) expresa, respecto a la protección contra incendios:

Los suministros mínimos para el uso del departamento de Incendios o de hombres especialmente entrenados (manguera de 2 1/2 pulg. y boquilla de 1 1/8 pulgada) es calcular sobre la base de no menos de 250 gal/minuto para cada montante o para cada boca de salida o para cada hidratante.

La capacidad de los suministros deberá ser tal que por un período de 1 hora, habrá disponible una presión de 50 lbs/pulg<sup>2</sup> como mínimo en la salida más alta de 2 1/2 de pulgada (sin incluir la salida del techo) mientras se esta descargando el agua de la salida más alta a través de 50 pies de manguera de algodón ahulado de 2 1/2 pulgada de diámetro y una boquilla de 1 1/8 de pulgada.

Cuando el abastecimiento proviene de una bomba de incendio ó tanque, las medidas mínimas que deberán reconocerse serán : bomba de incendio aprobada, 500 galones por minuto, tanque hidroneumático, 4,500 galones; tanque elevado, 5,000 galones con el fondo elevado 40 pies sobre la salida de la manguera más alta.

Los suministros mínimos en las hidrantes para uso de los ocupantes de edificios como protección de incendios de primer auxilio deben calcularse con base de 100 galones/min. fluyendo con una presión de 25 lbs. en la salida de manguera más alta.

Esto proporcionará dos buenas corrientes de primer auxilio.

El abastecimiento puede ser por una bomba de incendio, de suministro de grandes sistemas de hidrantes, tanques hidroneumáticos, tanques elevados, colocados 25 pies sobre la salida de la manguera más alta.

Los suministros mínimos deberán estar de acuerdo con aquellos requisitos para una manguera de 2 1/2 pulgadas.

Cuando el abasto es suministrado por medio de un tan-

que doméstico elevado, se deberá reservar un mínimo de 3,000 galones de agua exclusivamente para la protección contra incendio.

### Hidrantes con Conexiones para Manguera

Para la Protección contra incendio en edificio de ~~sat~~-factorios-~~resultados~~ los hidrantes con conexiones para manguera.

Si los hidrantes se mantienen llenos de agua, el método de proveer agua en proporción adecuada al momento el incendio.

El sistema deberá diseñarse para un uso efectivo, llevado a cabo ya sea por personal adiestrado para combatir incendio o por personal aficionado o también de emergencia.

Un hidrante y un sistema de manguera implica la instalación en puntos- estratégicos a través del edificio de montantes con conexiones para mangueras. Los hidrantes pueden mantenerse llenos con agua cuando no haya peligro de congelamiento, explosión

o fugas u otras objeciones.

Bajo ciertas condiciones se usa el sistema de tubo-seco con la suposición de que los tubos se llenarán de agua inmediatamente cuando se necesita.

En algunos edificios el sistema de tubo-seco, es colocado para llenarse a través de una manguera conectada a una máquina móvil del departamento público de incendio.

Si hay dos o más hidrantes-en el mismo edificio, deberán interconectarse para proveer la mayor eficiencia y flexibilidad, y debiéndose proveerse de válvulas de paso adecuado para permitir el control deseado. Tales válvulas deberán localizarse exterior y de tipo compuerta.

El tamaño de los hidrantes deberá ser suficiente para abastecer el número de ahorros que pueden conectarse a ellas simultáneamente.

La Cámara Nacional de Aseguradores Contra Incendio americanos recomienda:

Los hidrantes abasteciendo dos chorros de incendio pequeños, con boquillas de 1/2 pulgada ó menores, con una descarga combinada no mayor de 100 galones por minuto y para edificios no mayores de 4 pisos ó 50 pies de altura usense Montantes de 2 pulgadas. Para edificios de más de 4 pisos, usense montantes de 2 1/2 pulgadas

Para hidrantes que preveen manguera de 2 1/2 pulgada con boquillas de 1 a 1 1/8 pulgadas y para edificios no mayores de seis pisos ó 75 pies de altura, usense Montantes de 4 pulgadas.

Para edificios más altos usense Montantes de seis pulgadas- de diámetro.

#### Manguera para Incendios

La manguera tipo para incendio esta hecha de algodón forrada en hule de 2 1/2 pulgada de diámetro capaz de soportar presiones de prueba de 200 lb/pulg<sup>2</sup>.

Otra manguera aceptable puede ser de lino sin forrar o forrada en hule ó de algodón forrado cubierto de hule.

El lino sin forrar ó lona se usa para mangueras de mano que se dejan conectadas permanentemente a los hidrantes dentro de los edificios llamada a veces manguera de primer auxilio, puede ser de 1 1/2 pulgada.

La manguera contra incendio debe colocarse en zigzag de manera que pueda llevarse hacia afuera en toda su longitud sin que se enrosque.

El gabinete en el cual se guarda la manguera deberá ventilarse, y la manguera deberá tratarse contra el moho.

La longitud de la manguera de 2 1/2 pulgada prevista en una salida no deberá exceder de 100 pies, debiendo hacerse posible el empleo de un hidrante ó una distancia de 30 pies de separación y en cada piso del edificio.

La longitud de mangueras más pequeñas ó de primer auxilio no deberá exceder de 75 pies, con una boquilla dentro de una distancia de 20 pies de separación y cada sección del edificio.

#### Gabinetes para Mangueras Contra Incendio

Un gabinete para manguera de 2 1/2 pulgada no mayor



de 100 pies- de largo, debe localizarse notoriamente, cerca a un hidrante y a no más de 6 pies del suelo.

### Conexiones de Hidrantes

Las recomendaciones hechas por la Cámara Nacional de Aseguradores Contra Incendios (USA) dicen lo siguiente:

Deben hacerse conexiones de los tanques elevados en edificios, y de tanques hidroneumáticos a la parte superior e inferior respectivamente del sistema de hidrante.

Las Montantes a las hidrantes para chorros mayores deberán ser por lo menos de 4 pulgadas. Para chorros pequeños deberán ser de 2 1/2 pulgadas por lo menos.

Las conexiones de bombas de incendio y fuentes fuera de los edificios deberán hacerse en la base de la red de hidrantes.

Las conexiones de cada abasto deberán ser suficientemente grandes para descargar su capacidad fijada sin pérdidas excesivas por fricción.

### Pruebas de Mantenimiento

A la hora de la instalación los sistemas de hidrantes- -deben probarse y ensayarse hermeticamente a una presión hidrostática con un exceso a la menos de un 25% de la presión normal de trabajo, más alta a la que estarán sujetas.

Los ensayos deberán hacerse con una duración de 2 horas y la presión se deberá en la salida más desfavorable.

En caso de construirse en las paredes ó mamparas los ensayos deberán hacerse antes de que sean cubiertos.

Se deberá hacer pruebas anuales de los sistemas de hidrantes.

### Sistemas Aspersores

La instalación de un sistema aspersor requiere planeamiento especial en el diseño de un edificio nuevo.

Es necesario la provisión de soportes y carriles para el tubo, aislamiento contra el congelamiento, y protección contra cualquier otro daño y la colocación de mamparas y gabinetes que per-

mitan la acción de las cabezas de aspersión. Es necesario además evitar corrientes que puedan exponer el sistema aspersor a los gases calientes que surgen en un incendio.

### Sistemas Aspersores Automáticos

Los- aspersores conectados a un sistema de distribución de agua, son artefactos que tienen una boquilla aspersora cerrada por medio de un tapón fusible que se derrite a una temperatura predeterminada; superior a la temperatura normal de la habitación, soltando agua sobre la fuente del calor.

Los- tapones fusibles están hechos para derretirse a una temperatura de 160°F (72°C) otros pueden alcanzar temperaturas hasta de 360°F (127°C) antes de que el tapón se derrita.

Un sistema de cabeza abierta para la protección del interior de un edificio se opera por medio de una válvula automática controlada por termostatos distribuidos a través del edificio.

En este sistema se abastecen hasta cinco cabezas aspersoras abiertas por medio de una válvula de 1 1/2 pulg. y un máximo

de 75 cabezas-aspersores abiertas abastecidas por una válvula de 4 pulgadas-.

Se usa un sistema de aspersión de cabeza abierta para abastecer cierta cantidad de agua que proteja el exterior de un edificio contra incendios en edificios vecinos o de otros que sean de peligro.

Los aspersores también se pueden equipar para actuar como alarma cuando uno o más aspersores descargen.

Los aspersores tienen la ventaja de abastecer de agua a un incendio rápidamente y de prevenir el acceso de aire al incendio sofocándolo con agua antes de que este bien encaminado.

Las instalaciones de tales aspersores y alarmas pueden reducir los tarifas de seguros contra incendios y puede hacer innecesarios los servicios de un velador nocturno.

Las desventajas de los aspersores incluyen una fea apariencia posibilidades de daños debido a goteo, peligros por congelamientos y explosión, derretimiento innecesario de los tapones y el escape de agua sobre un equipo caliente, que inadvertidamente se colocase debajo de ellas.

Los aspersores no proveen mejor defensa contra incendios que la del abasto de agua que están conectadas.

## II. NORMAS BRASILENAS DE INSTALACIONES HIDRAULICAS CONTRA INCENDIO:

Clasificación de los locales de acuerdo al riesgo de incendio:

a)- De acuerdo a su naturaleza:

1. Habitación.
2. Comercio
3. Almacenes
4. Industria
5. Diversos

b) De acuerdo a posibilidad de incendio, a su magnitud y localización:

1. Pequeño

2. Medio.

3. Grande.

En caso de riesgos múltiples se debe considerar para el riesgo mayor.

#### Sistema de Funcionamiento de Bajo Comando

La instalación debe proyectarse y ejecutarse de manera que el chorro de agua pueda alcanzar directamente todos los puntos de la edificación en longitud y altura.

En función de la clasificación anterior la proyección contra incendio a adoptarse estará determinada por un fluido variable (P) que da la descarga en lts/minuto necesaria en cada punto de la toma de agua.

#### INDICE VARIABLE "P"

Tipo de local	1	2	3	4	5
Riesgo	Valores de "P" en litros por minuto				
a	120	120	360	250	Considera
b	180	250	500	500	Especialmente
c	250	500	900	900	En cada caso.

- las tuberías deben tener capacidad para alimentar simultáneamente dos- bocas por lo menos.
- El diámetro mínimo de las tuberías será 2 1/2" (63 mm).
- La presión residual en las tuberías debe ser igual o mayor a las siguientes:

TABLA I

Gasto lt/minuto	120	180	250	360	500	900
Presión mínima en pitón (kg/cm <sup>2</sup> )	1.25	1.20	2.30	2.50	2.70	5.00
Diámetro del pitón indicado	1/2"	5/8"	5/8"	3/4"	7/8"	1"

- En los locales donde no se pueda obtener la presión mínima, residual, se podrá reducir hasta 0.5 kg/cm<sup>2</sup> quedando reducido a 7 mts. de la distancia de 20 mt. señalada en la Tabla III y siem-

pre que se trate de un riesgo la: lb; lc; ó 2a.

- Las mangueras serán de 2 1/2" ó 1 1/2"

TABLA II

Diámetro de las Mangueras

Diámetro de la Manguera

Tipo de locales y riesgos

1 1/2" (38 mm)

1a- 1b- 1c- 2a- 2b- 4a.

2 1/2" (63 mm)

2c- 3c- 3b- 3c- 4b- 4c.

- Todas las tomas deberán de ser de 2 1/2" de diámetro, empleándose si es necesario, reducciones para atender a los valores de la tabla anterior.

TABLA III

Longitud de las Mangueras

Diámetro nominal de la

manguera.

1 1/2" ( 38 mm)

2 1/2" (63 mm)



<u>Longitud Máxima en metros</u>	<u>Clase de locales</u>
30	1a- 2a - 4a - 3a - 4b
20	1b -1c- 2b- 2c- 3b- 3c

- Ningún punto del recinto a protegerse contra incendio estará apartado de la longitud indicada en la Tabla III.
- la manguera con sus accesorios debe guardarse en un lugar seco sellado, cerca de los hidrantes, en un lugar visible y de fácil acceso, la manguera y el hidrante pueden colocarse juntos si existe el espacio suficiente y permite hacer el cambio de cualquier pieza.
- La manguera debe tener colocado el pitón en un extremo y en el otro la unión para unirla al hidrante, este conjunto no debe estar unido cuando está fuera de uso.

*Presiones-Necesarias en los Pitones**Diámetro*

*Pulgadas*                    *1/2"*     *5/8"*     *3/4"*     *7/8"*     *1"*     *1.1/8"*     *1.1,*

*Gasto lt/minuto*

<i>120</i>	<i>1.25</i>	<i>0.54</i>					
<i>180</i>	<i>2.80</i>	<i>1.20</i>	<i>0.62</i>	<i>0.34</i>			
<i>250</i>	<i>5.50</i>	<i>2.30</i>	<i>1.20</i>	<i>0.66</i>	<i>0.38</i>		
<i>360</i>		<i>4.80</i>	<i>2.30</i>	<i>1.30</i>	<i>0.80</i>	<i>0.50</i>	
<i>500---</i>			<i>4.80</i>	<i>2.70</i>	<i>1.50</i>	<i>1.00</i>	<i>0.64</i>
<i>900</i>					<i>5.00</i>	<i>3.10</i>	<i>2.00</i>

*Hidrantes contra incendio*

*El hidrante debe tener una toma de agua con su dispositivo de maniobra, deben colocarse en lugares de fácil acceso.*

*La altura del dispositivo de maniobra deberá ser de 1.50 m. sobre el piso terminado como máximo.*

*La distancia máxima entre dos hidrantes será de 70 mts.*

*Los gabinetes para manguera y accesorios deberán tener ventilación, per manente, las ab-erturas deberán cubrirse con tela metálica para evitar que entren insectos.*

### Reservorios-

La capacidad del reservorio debe ser tal que garantice el abastecimiento de agua,, durante media hora alimentando dos hidrantes que trabajen simultáneamente, este volumen debe ser almacenado en tanques elevados.

Para efectos de estas Normas el almacenamiento en tanques elevados puede ser reducido hasta el 50% del total necesario con un mínimo de almacenamiento de 10,000 lts (10 m<sup>3</sup>) en caso de que el abastecimiento sea por bombas automáticas. En este caso la diferencia del volumen deberá almacenar en la cisterna.

### Bombas

Com fuente complementaria de alimentación pueden ser utilizadas bombas de incendio.

Estas bombas deben abastecer el agua directamente al sistema contra incendio.

El suministro de energía eléctrica para alimentar el motor y la bomba, debe ser independiente de la instalación general

del edificio o ejecutada en tal forma que se pueda aislar la instalación general sin interrumpir la alimentación del conjunto.

El cuarto de máquinas y el equipo debe ser protegido contra daños por agentes químicos, eléctricos, mecánicos y el fuego.

Cuando la bomba no estuviera situada abajo del nivel de alimentación del agua, deberá proveerse de un dispositivo de cebado automático, de fuente independiente y permanente.

En las tuberías de impulsión, deberán instalarse válvulas de retención junto a la bomba.

### III. NORMAS VENEZOLANAS DE LOS SISTEMAS PARA EXTINSION DE INCENDIO

Los dispositivos comunmente empleados para combatir incendios son los siguientes:

- A) Montantes y mangueras para uso de los ocupantes del edificio.
- B) Montantes y mangueras para el uso del Cuerpo de Bomberos de la Ciudad.

C) Rociadores automáticos.

A) Tuberías y dispositivos para ser usados por los ocupantes del edificio.

- a) - El suministro de agua potable debe hacerse desde las tuberías de abastecimiento público cuando tengan capacidad y presión suficiente, ó por medio de tanques hidroneumáticos, tanques elevados, bombas reforzadoras de presión (Booster) ó la combinación de estos sistemas.
- b)- El almacenamiento de agua en las cisternas para combatir incendios será de 12,000 lt. mínimo de manera de asegurar el funcionamiento simultáneo de 2 mangueras durante 1/2 hora, correspondiente a 3 lts/seg. por manguera.
- c)- Las montantes deberán calcularse para obtener una presión mínima de 20 mts. en el punto de conexión de manguera más desfavorable y no mayor de 40 mts. en cualquier punto de conexión de manguera para un gasto de 3 lts/seg. y diámetro de 2".

- d)- Cuando se desee que el sistema sea reforzado por el equipo del Cuerpo de Bomberos, el diámetro mínimo de las montantes será de 4" y se instalarán conexiones de varias bocas.
- e)- Las montantes serán espaciadas de manera que todas las partes del edificio sean alcanzadas por el chorro de las mangueras al cual se supone con un alcance de 7.00 mts.
- f)- Las mangueras tendrá una longitud máxima de 20 m. de diámetro de 1 1/2", boquillas de diámetro de 1/2" ó 5/8" y deberán alojarse en gabinetes adecuados empotrados en la pared.
- g.- Antes de cada conexión para mangueras se instalará una llave compuerta ó de ángulo. La conexión para manguera será de rosca macho con el diámetro correspondiente.
- h.- Las montantes deberán conectarse entre sí, mediante una tubería de alimentación cuyo diámetro no sea inferior al del montante de mayor diámetro. Al pie de cada montante se instalará una llave de purga y una llave de compuerta.

i)- Cuando la presión en el sistema contra incendio sea mayor que la establecida en esta Normas, se instalarán válvulas reductoras de presión en los puntos que lo requieran.

j.- Si la presión es insuficiente deberán instalarse bombas reforzadoras de presión (Booster), o tanques hidroneumáticos que puedan garantizar la presión requerida y el gasto necesario.

l.- En caso de instalarse bombas reforzadoras de presión (Booster) del lado de la succión de las bombas, deberán colocarse válvulas de control en arranque por presión.

B) Tuberías y Dispositivos para ser usados por el Cuerpo de Bomberos de la Ciudad.

a.- Se instalarán bocas del tipo "Siames" de 2 1/2" de diámetro, con rosca macho y válvula de retención, en sitios accesibles de la fachada del edificio, para la conexión de las mangueras que suministrarán el agua desde los hidrantes o carros bombas.

- b.- Se instalarán montantes espaciados en forma de que todas las partes del edificio puedan ser alcanzadas por el chorro de las mangueras.
- c.- Las montantes deberán calcularse para obtener una presión mínima de 35 mts. en el punto de conexión de la manguera mas desfavorable, para un gasto de 8 lt/seg. por manguera y diámetro de 4". Para los efectos del cálculo se supondrá el uso simultáneo de dos mangueras y en las condiciones mas desfavorables.
- d.- Las mangueras tendrán una longitud de hasta 60 mts. y 2 1/2" de diámetro con boquillas de 1 1/8" de diámetro en la descarga.  
Deberán alojarse en gabinetes adecuados, empotrados en las paredes de cada piso, preferentemente en corredores de acceso a las escaleras.
- e.- Cada boca toma para las mangueras interiores estarán dotadas de llave de compuerta o ángulo. La conexión para dichas mangueras será de rosca macho con el diámetro correspondiente.



f.- Las montantes deberán conectarse entre sí mediante una tubería de alimentación cuyo diámetro no sea inferior a la montante de mayor diámetro. Al pie de cada montante se instalará una llave de purga y una llave de compuerta.

g.- En la tubería de alimentación de las montantes, se instalarán una llave de retención y una llave de compuerta.

h.- Se instalarán alarmas accesibles y fácilmente operables por los ocupantes del edificio.

C) Sistema equipado con rociadores automáticos.

a.- los dispositivos de rociadores automáticos podrán ser del tipo controlado por válvulas termostáticas automáticas con rociadores abiertos o del tipo con sello sensitivo térmico individual.

b.- El suministro de agua podrá hacerse del abastecimiento público cuando tenga capacidad y presión suficiente, o por medio de tanques hidroneumáticos tanques elevados, bombas reforzadoras de presión o la combinación de estos.

- c.- El almacenamiento mínimo de agua será el 25% del consumo total de los rociadores instalados, supuesto funcionamiento simultáneamente 20 minutos, con un mínimo de 20,000 lts. cuando se instalan 50 ó mas rociadores.
- d.- La presión mínima para el funcionamiento de un rociador será de 24 mts. (20 lb/pulg<sup>2</sup>) el gasto con esa presión será de 1.25 lts/seg.
- e.- Las montantes deberán conectarse entre sí mediante una tubería de alimentación de diámetro mayor ó igual a la montante de mayor diámetro. Al pie de cada una se instalará una llave de purga y una de compuerta.
- f.- En la tubería de alimentación se instalarán una llave de retención, y una de compuerta.
- g.- La máxima distancia entre los rociadores así como también entre los ramales de alimentación de estos será de 3 a 6 mts. No se podrá instalar más de 8 rociadores entre cada ramal de alimentación. La distancia mínima entre el cielo raso y la cabeza del rociador no será inferior a 0.30 m.

h.- El rango de fusión del sello sensitivo térmico del rociador se escogerá de acuerdo a la clase de material que se va a proteger y conforme a la siguiente tabla.

Tabla de Temperatura de los Rociadores Automáticos

Tipo del fundente	Rango de temperatura de Fusión "F"	
Ordinario	57 a 74	135 a 165
Intermedio	80 a 100	175 a 212
Resistente	121 a 141	250 a 286
Extra Resistente	162 a 181	325 a 360

i.- En los sitios, donde se instalan rociadores automáticos deberán proveerse instalaciones para el drenaje, de capacidad suficiente y convenientemente ubicados.

j.- Se instalarán alarmas automáticas termo-sensitivas. Cuando se proyecta que este sistema sea reforzado por el Cuerpo de Bomberos se deberá cumplir con el acápite B-.

En los locales donde existan equipos o maquinas, se almacenan, manipulen o manufacturen productos cuyo incendio no pueda controlarse por medio del agua, deberán proveerse sistemas adecuados de extinción a base de compuestos químicos.

#### 4.- REGLAMENTOS PERUANOS.

Según el Reglamento Nacional de Construcciones (Instalaciones Sanitarias), considera lo siguiente:

##### Art. XIII-12.1

- Los dispositivos a emplearse para combatir incendios serán los siguientes:
  - a) Montantes y mangueras para uso de los ocupantes del edificio
  - b) Montantes y mangueras para uso del Cuerpo de Bomberos de la ciudad.
  - c) Rociadores automáticos.

*Art. X-III-12.2*

- *Será obligatorio el sistema de tuberías y depósitos para ser usados por los ocupantes del edificio, en todo aquel que sea de más de 4 pisos de altura, debiendo cumplir los siguientes requisitos:*

- a) El suministro de agua potable podrá hacerse desde las tuberías de abastecimiento público, cuando tengan capacidad y presión suficientes o por medio de tanques de presión, tanques de almacenamiento, bombas reforzadoras, de presión (Booster) o la combinación de estos sistemas.*
- b) El almacenamiento de agua en los tanques para combatir incendios debe asegurar el funcionamiento simultáneo de 2 mangueras durante media hora.*
- c) Los alimentadores deberán calcularse para obtenerse una presión mínima de 10.00 ms. en el punto de conexión de la manguera más desfavorable.*

*En los- pisos más elevados donde no sea posible se podrán usar en reemplazo de las mangueras extinguidoras de sustancias químicas.*

d) En las localidades donde existe Cuerpo de Bomberos, el diámetro mínimo de los alimentadores será de 2 1/2", y en este caso se instalarán conexiones de varias bocas de acuerdo con el numeral X - III-12.3

e) Los alimentadores deberán ser espaciados en forma tal que todas las partes del edificio puedan ser alcanzados por el chorro de las mangueras, al cual se supone un alcance de 7.00 metros.

f) Los espaciamientos y diámetros de las mangueras serán, de acuerdo a los siguientes tabla:

Largo Manguera	Diámetro periférico mang.	Diámetro boquilla	Gasto
- 20 mts. entre 20	1 1/2"	1/2"	3.1 p.s.
y 45 mts.	2"	3/4"	4.1 p.s.

No se admitiran espaciamientos mayores que la longitud de las mangueras y ellas deberán alojarse en gabinetes adecuados.

- g.- Antes de cada conexión para mangueras se instalarán una llave de globo recta o de ángulo. La conexión para manguera será de rosca macho con el diámetro correspondiente.
- h.- Los alimentadores deberán colocarse entre sí, mediante una tubería cuyo diámetro no sea inferior al del alimentador de mayor diámetro, Al pie de cada alimentador se instalará una llave de purga y una llave de compuerta.
- i.- Cuando el almacenamiento sea común para el agua potable y la reserva para el sistema contra incendio deberá instalarse a la salida de éste último desde el tanque una válvula de retención del tipo especial para incendio.
- j) Cuando la presión en el sistema contra incendio sea excesiva deberán instalarse válvulas reductoras en los puntos que lo requieren.
- k) En aquellos casos en que la presión sea insuficiente o esté por debajo de los mínimos especificados en este reglamento deberá instalarse bombas reforzadoras de presión (Booster)

o tanque hidroneumáticos que puedan garantizar la presión requerida y el gasto necesario de dos grifos a la vez como mínimo.

- l) Las bombas reforzadoras de presión (Booster) y las bombas contra incendio, deberán llevar válvulas de control de arranque por presión para funcionamiento automático.
- m) Se instalarán alarmas accesibles y fácilmente operables por los ocupantes del edificio, cuando la Autoridad Sanitaria lo juzgue conveniente.
- n) La alimentación eléctrica a las bombas contra incendio y/o reforzadoras, deberán ser un suministro independiente, no controlado por el interruptor general del edificio.

X - III- 12.3

Se instalarán sistemas de tubería y dispositivos para ser usados por el Cuerpo de Bomberos de la Ciudad, en las plantas



industriales y otro edificio que por sus características especiales pueden exigirlo a juicio de la Comisión Técnica del Concejo Municipal. Tales sistemas deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Se ~~instalarán~~ bocas de incendio del tipo "Siames", con rosca macho y válvula de retención; en sitios accesibles de la fachada del edificio, para la conexión de las mangueras que suministrarán el agua desde los hidrantes o carros bombas.
  - b) Se ~~instalarán~~ alimentadores espaciados en forma tal que todas las partes del edificio puedan ser alcanzadas por el chorro de las mangueras.
  - c) Los alimentadores deberán calcularse para obtener una presión mínima de 3.00 mts. en el punto de conexión de la manguera más desfavorable para un gasto de 8.1/seg. por manguera y diámetro mínimo de 4", para 6 pisos o 22 m. de altura y de 6" para edificios más altos.
- Para los efectos del cálculo se supondrá que funcionarán dos mangueras simultáneamente y en las condiciones más desfavorables.

d) El almacenamiento de agua en los tanques, para combatir incendios, debe asegurar el funcionamiento de dos mangueras durante media hora.

Las mangueras tendrán una longitud de hasta 60.00 m. diámetro de 2 1/2", con boquillas de diámetro de 1.1/8" en la descarga, y deberán alojarse en gabinetes adecuados en cada piso preferentemente en los corredores de acceso a las escaleras.

e) Cuando el almacenamiento sea común para el agua común y la reserva para el sistema contra incendios deberán instalarse a la salida de este último desde el tanque, una válvula de retención del tipo especial para incendios.

f) Cada boca toma para las mangueras interiores, estará dotada de llave de compuerta o de ángulo. La conexión para dichas mangueras será de rosca macho con el diámetro correspondiente.

g) Los alimentadores deberán conectarse entre sí, mediante una tubería cuyo diámetro no sea inferior al del alimentador de mayor diámetro. Al pie de cada alimentador se instalará una llave de purga y una llave de compuerta.

h) Se instalará alarmas accesibles y fácilmente operables por los ocupantes del edificio.

X - III - 12.4

Donde se instalan sistemas equipados con rociadores automáticos, deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Los dispositivos de rociadores automáticos podrán ser del tipo controlado por válvulas termostáticas automáticas con rociadores abiertos, o del tipo de rociadores automáticos con sello sensitivo térmico individual.
- b) El suministro de agua podrá hacerse desde las tuberías de abastecimiento público, cuando tengan capacidad y presión suficiente, o por medio de tanques de presión tanques elevados, bombas reforzadoras de presión o de la combinación de éstos.
- c) El almacenamiento mínimo de agua será del 25% del consumo total de los rociadores instalados, supuesto funcionamiento simultánea-

mente durante 20 minutos con un mínimo de 20,000 litros cuando se instalen 50 ó más rociadores.

- d) Cuando el almacenamiento sea común para el agua potable y la reserva para el sistema contra incendio, deberá instalarse a la salida de este último desde el tanque una válvula de retención del tipo especial para incendios.
- e) La presión mínima permisible para el funcionamiento de un rociador será de 14.00 mts. (20lbs/pulg<sup>2</sup>). El gasto del rociador con esa presión será de 1.25 l/seg.
- f) Los alimentadores deberán colocarse entre sí, mediante una tubería, cuyo diámetro no sea inferior al del alimentador de mayor diámetro. Al pie de cada uno se instalará una llave purga y una llave de compuerta.
- g) la máxima distancia entre los rociadores, así como también entre los ramales de alimentación, será de 3.00 a 3.60 metros, en función del riesgo de incendio que se confronte.

No se podrá instalar más de 8 rociadores sobre cada ramal de alimentación.

La distancia mínima entre la caveza del rociador y el cielo raso o techo, no será inferior a 30 cms.

- h) El rango de fusión del sello sensitivo, término del rociador, se escogerá de acuerdo a la clase de material que se va a proteger y conforme a la siguiente Tabla:

RANGOS DE TEMPERATURA DE LOS ROCIADORES  
AUTOMATICOS

Tipo de Fundente	Rango de Temperatura de fusión.
Ordinario.....57 a 74°C	(135 a 165°F)
Intermedio.....80 a 100°C	(175 a 212°F)
Resistente.....121 a 141°C	(250 a 286°F)
Extra-resistente....162 a 181°C	(325 a 360°F)

- F) En los sitios donde se instalen rociadores automáticos deberán proveerse instalaciones para el drenaje, de capacidad suficiente y convenientemente ubicadas.

j) Se instalarán armas automáticas termo-sensitivas.

k) Cuando se proyecta que el sistema de rociadores pueda ser reforzado por el Cuerpo de Bomberos se deberá cumplir con el numeral X-III-12.3

#### Artíc. X-III-12.5

En aquellos locales donde existen equipos o máquinas, se almacenan, manipulan o manufacturen productos cuyo incendio, no pueda sofocarse por medio del agua deberán proveerse sistemas adecuados de extinción a base de compuestos químicos.

#### CONCLUSIONES

Después de estudiar las 4 Normas mencionadas vemos que ellas básicamente coinciden en el diámetro de manguera a usarse en una edificación como la que está en estudio y éste es de  $\varnothing = 1 \frac{1}{2}$ ".

Otro punto de coincidencia es el que se refiere a la capacidad de almacenamiento, en donde las tres dan magnitudes parecidas. Esto nos da la oportunidad de observar que las tres normas son similares, por lo que optaré por diseñar usando las normas Nacionales del Reglamento Nacional de Construcciones.

En el Hospital en estudio se ha considerado la instalación de rociadores automáticos, en ciertos lugares en que se consideran de peligro eminente de incendio como depósitos.

#### ALTERNATIVAS DEL DISEÑO DE LA RED DE INCENDIO

El sistema básico que usaré para la red de incendio es un sistema interno para la alimentación de las mangueras y rociadores y un sistema mediante el cual se pueda inyectar agua a la red interna, desde el exterior, a través de las "Siamés" lo cual lo hacen los cuerpos de bomberos. (Ver detalle de rociadores, válvula automática de alarma, colocación del rociador, válvula siamesa, gabinete incendio, extinguidor).

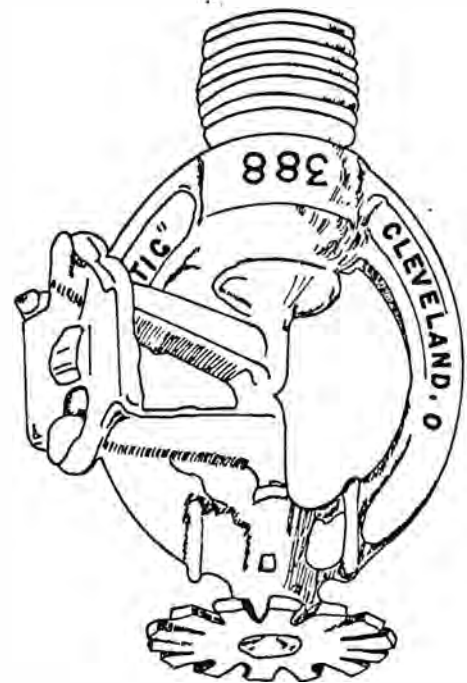
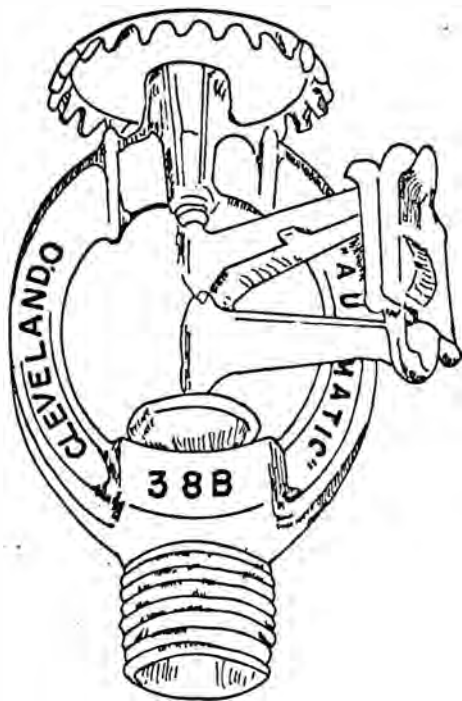
Las alternativas que se pueden presentar, en la selección del tipo de alimentación interna, para el control inicial

de incendio para el control inicial de incendio serán de dos posibilidades en nuestro caso.

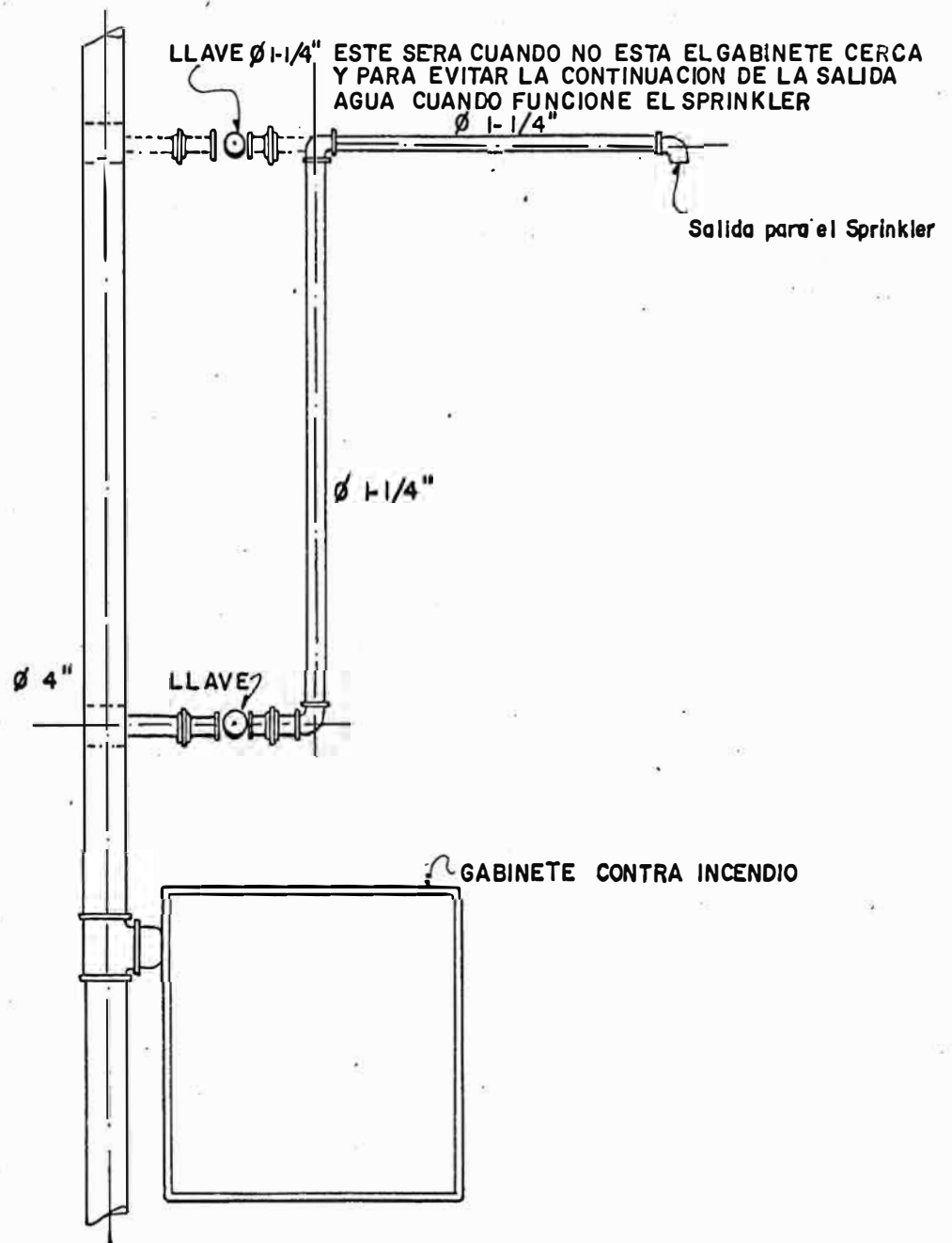
La primera sería de la Alimentación de la red de incendios desde una bomba, la cual tendrá que dar presión suficiente para alimentar el punto de conexión a manguera más desfavorable en las condiciones de presión y caudal mencionadas, en el Reglamento. Dicho sistema tiene como principal ventaja que es más económico que la segunda alternativa, además puede contar de sistemas eléctricos de control de arranque de la bomba desde los gabinetes o puntos apropiados para poner en funcionamiento a dicha bomba.

La segunda posibilidad sería que la red de incendio, se alimente desde un tanque Hidroneumático, el cual abastecerá de volúmenes y presión requerida en la extinción de incendios, Dicho sistema tiene como principal desventaja su alto costo, ya que aparte el Equipo Neumático requiere de un buen mantenimiento dado que su funcionamiento sería únicamente en caso de incendio. Se puede hacer notar que no existe ningún problema con colocar la alimentación eléctrica a la bomba completamente independiente para que permita el funcionamiento de ésta, además el fluido eléctrico en ningún momento estará presente dado que el Hospital contará con un grupo de electrogénero en casos de emergencia, cuando el fluido eléctrico este interrumpido.



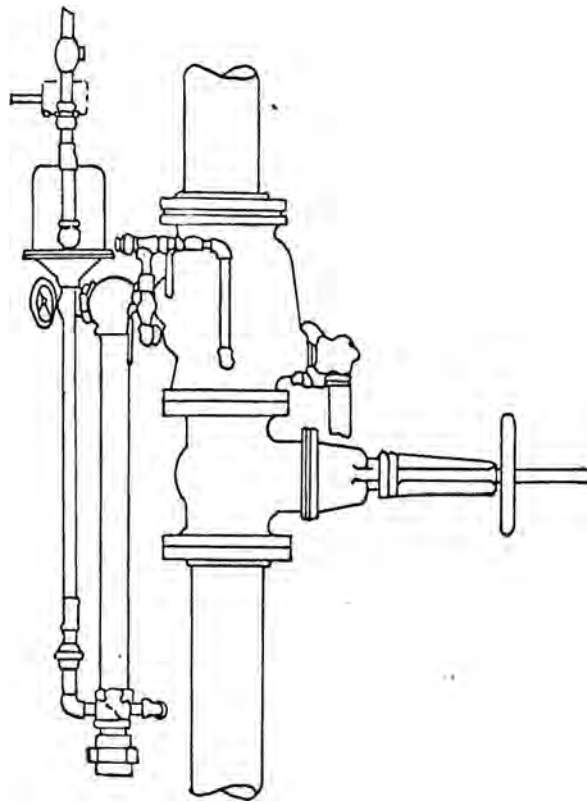


SPRINKLER PARA SISTEMA CONTRA INCENDIO (S/E)  
SISTEMA AUTOMATICO

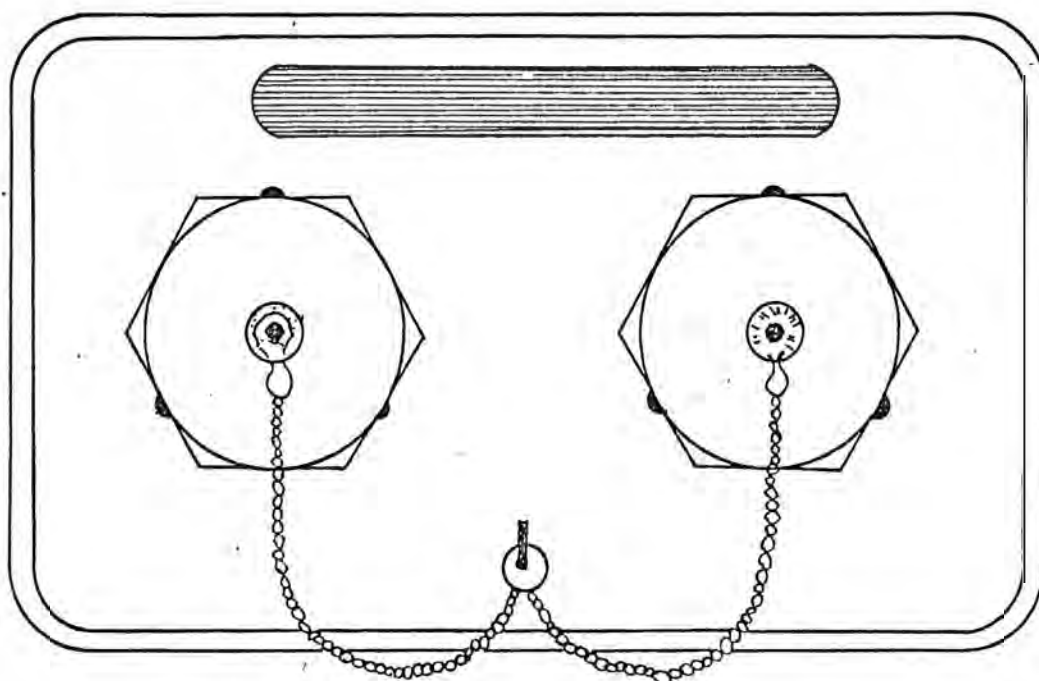


ESQUEMA PARA LA COLOCACION DE LA LLAVE (1 1/4")  
QUE PERMANECERA ABIERTA (PARA UN SPRINKLER)  
Y SOLO SE CERRARA PARA REPARACIONES

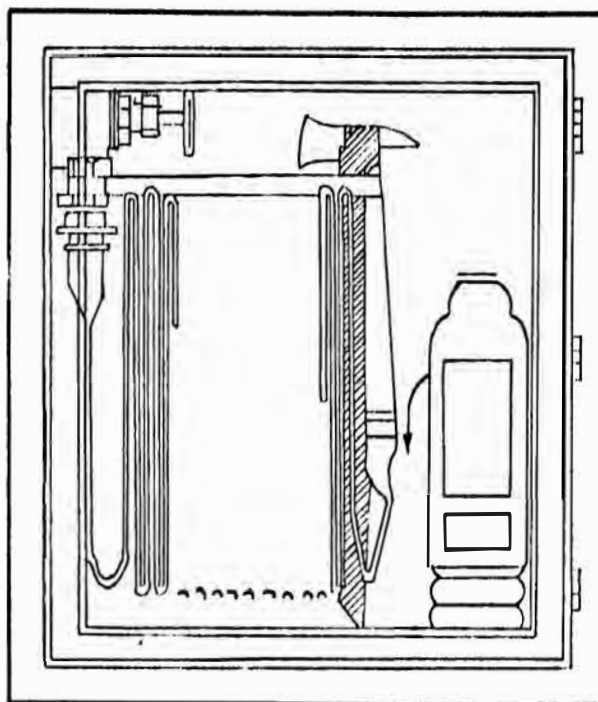
SISTEMA CONTRA INCENDIO  
VALVULA AUTOMATICA DE ALARMA MODELO 153  
SIMILAR AL FIRE SUPPESSION INC (GLOBE)



ESQUEMA VALVULA SIAMESA DE PARED  
S/ E

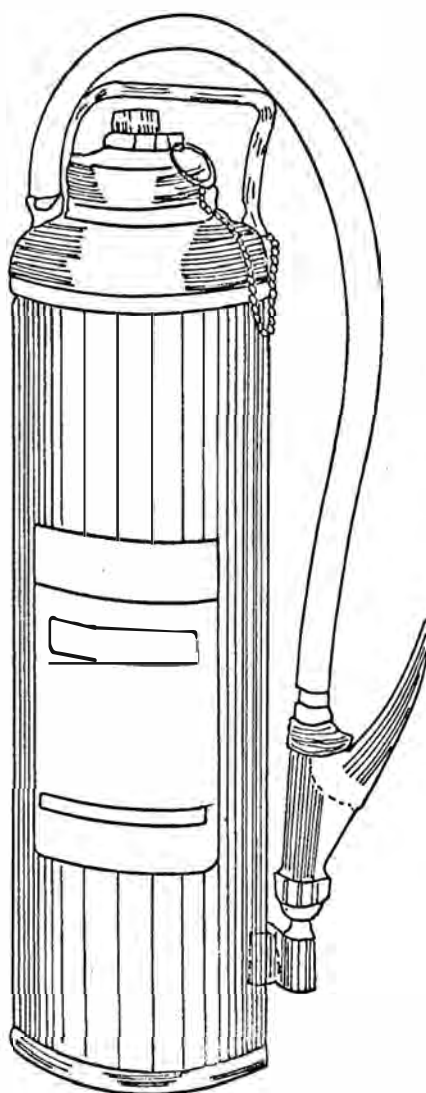


GABINETE CONTRA INCENDIO S/E  
MANGUERA - 100 PIES



EXTINGUIDOR MANUAL CONTRA INCENDIO

S/E



© = E.C.I.

Finalmente el diseño de la red de incendio irá enca-  
minado hacia una alimentación con una bomba la cual dará un caudal  
y presión necesaria para la extinción de incendios y con la red  
conectada a una válvula del tipo "Siamés" la cual permite inyectar  
agua desde el exterior.

#### CALCULO DEL EQUIPO DE BOMBEO

Para determinar el equipo de Bombeo debemos tener en  
cuenta que la presión a la salida en el punto mas elevado y desfa-  
vorable debe ser de 10.00 metros.

La altura dinámica total (A.D.T.) de la bomba será:

$$A.D.T. = H + H_f + P_s$$

DONDE:

H = Diferencia de altura entre el cuarto de máquinas y la salida  
en el primer piso.

$H_f$  = Pérdidas por fricción

$$H_f = h_1 + h_2 + h_3$$

$h_1$  = Pérdida de carga en la tubería y accesorios

$h_2$  = Pérdida de carga en la manguera.

$h_3$  = Pérdida de carga en la boquilla

$P_s$  = Presión a la salida.

1.- Diferencia de alturas:  $H = 1.70$  mts.

2.- Pérdidas por fricción.

a) Pérdida de carga en la tubería y conexiones ( $h_1$ )

- Longitud de la tubería = 141.00 m.

- Longitud equivalente de las conexiones.

$$7 \text{ codos } 3'' \times 90^\circ \times (2.1) = 14.7 \text{ mts}$$

$$6 \text{ tees } 3'' \times (5.2) = 31.2 \text{ mts.}$$

$$1 \text{ válv. comp. } 3'' \times (0.5) = 0.5 \text{ mts.}$$

$$1 \text{ válv. check } 3'' \times (9.7) = 9.7 \text{ mts}$$

---


$$197.10 \text{ mts.}$$

$$\text{Longitud total} = 1.70 \text{ mts.} + 197.10 \text{ mts.} = 198.80 \text{ mts.}$$



La pérdida de carga por tubería de conexiones será de:

$$Q = 6 \text{ lts. seg.}$$

$$\text{Diámetro} = 3''$$

$$S = 4.0\%$$

$$h_1 = \frac{4 \times 198.80}{100} = 7.952 \text{ mts.}$$

Pérdida de carga en la manguera ( $h_2$ )

$$Q = 3 \text{ lts/seg.}$$

$$\text{Diámetro} = 1 \frac{1}{2}''$$

$$\text{Longitud} = 20 \text{ mts.}$$

$$S = 30\%$$

$$\text{Velocidad} = 2.9 \text{ mts/seg.}$$

$$h_2 = \frac{30 \times 20}{100} = 6.00 \text{ mts.}$$

c) - Pérdidas de carga en la boquilla ( $h_3$ )

Dicha pérdida de carga esta dada por la siguiente fórmula

$$h_3 = \left( \frac{1}{C_v^2} - 1 \right) \times \frac{v^2}{2g}$$

donde:

$C_v$  = Coeficiente de velocidad, tiene un valor promedio de 0.82

$v$  = Velocidad del agua

$g$  = Aceleración de la gravedad

$$h_3 = \left( \frac{1}{0.82^2} - 1 \right) \frac{2.9^2}{2 \times 9.8}$$

$$h_3 = 0.49 \times \frac{8.4}{19.6}$$

$$h_3 = 0.21 \text{ mts.}$$

La pérdida por fricción ( $H_f$ ) será:

$$H_f = 7.952 \text{ m} + 6.00 \text{ m} + 0.21 \text{ m}.$$

$$H_f = 14.162 \text{ mts.}$$

3.- Presión a la salida ( $P_s$ )

La presión necesaria a la salida será de 10.00 mts

Según los valores obtenidos tenemos que la altura dinámica total será:

$$A.D.T. = H + H_f + P_s$$

$$A.D.T. = 1.70 + 14.17 + 10.00$$

$$= 25.87 \text{ mts.}$$

$$A.D.T. = 26.00 \text{ mts.}$$

Para la determinación de la potencia de la bomba estamos considerando que la eficiencia será de 60%, así tenemos:

$$Q = 6 \text{ lts/seg.}$$

$$\text{A.D.T.} = 26.00 \text{ mts.}$$

$$e = 0.6$$

$$\text{Potencia ( H.P.)} = \frac{6 \times 26.00}{75 \times 0.6} = 3.47 \text{ H.P.}$$

$$\underline{\underline{\text{Potencia} = 5 \text{ H.P.}}}$$

Después del cálculo ejecutado puede concluir que el diámetro de 3" es suficiente para dar un buen servicio al gabinete en el punto más desfavorable y desde luego a cualquier otro gabinete ya que este estará en un punto más cercano y con una menor longitud de la tubería, lo cual implica que tenga presión mayor de 20 metros para los gabinetes y en especial en los puntos donde están ubicados los rociadores automáticos, teniendo un funcionamiento óptimo.

Por otro lado dicho diámetro será ubicado utilizando hasta el empalme con la "SIAMESA"

Recomiendo que cuando se este inyectando el agua por las "SIMESAS " se ponga en funcionamiento un clorador el cual deberá estar incorporado al sistema, para evitar la contaminación de las tuberías (Adjunto forma de colocarlos).

Finalmente se debe hacer un calendario de actividades para poner en funcionamiento la bomba de incendio con la cual se podrá comprobar su buen funcionamiento, entre las actividades se puede considerar su utilización para el riego de jardines, para lo cual se dejará una conexión para dicha finalidad; la misma que servirá para abastecer al sistema de Incendio, mediante el Sistema de Riego por Aspersión; contando para dicha finalidad con la Bomba N° 6 (BOOSTER), la cual se encuentra ubicada en la caseta-cisterna regulación control y caseta de pozo profundo.

DISTANCIAS EN METROS, ALCANZADAS POR EL CHORRO DE AGUA

PITON DIAMETRO (Pulgadas)	1/2"		5/8"		3/4"		7/8"		1"		1 1/4"	
	V	H	V.	H	V.	H	V.	H	V.	H	V.	H
1.00	7.0	8.0	7.0	8.0	7.5	8.0	7.5	8.5	7.5	9.0	8.0	9.0
1.50	10.5	10.0	10.5	10.5	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.5	11.5	12.0
2.00	14.5	11.5	14.5	11.5	14.5	12.5	15.0	13.0	15.0	14.0	15.5	14.5
2.50	16.5	12.0	17.5	13.5	17.5	14.5	17.5	15.0	18.0	16.0	18.5	18.0
3.00	19.5	13.0	19.5	14.0	20.0	15.0	20.0	16.0	20.0	17.0	20.5	19.0

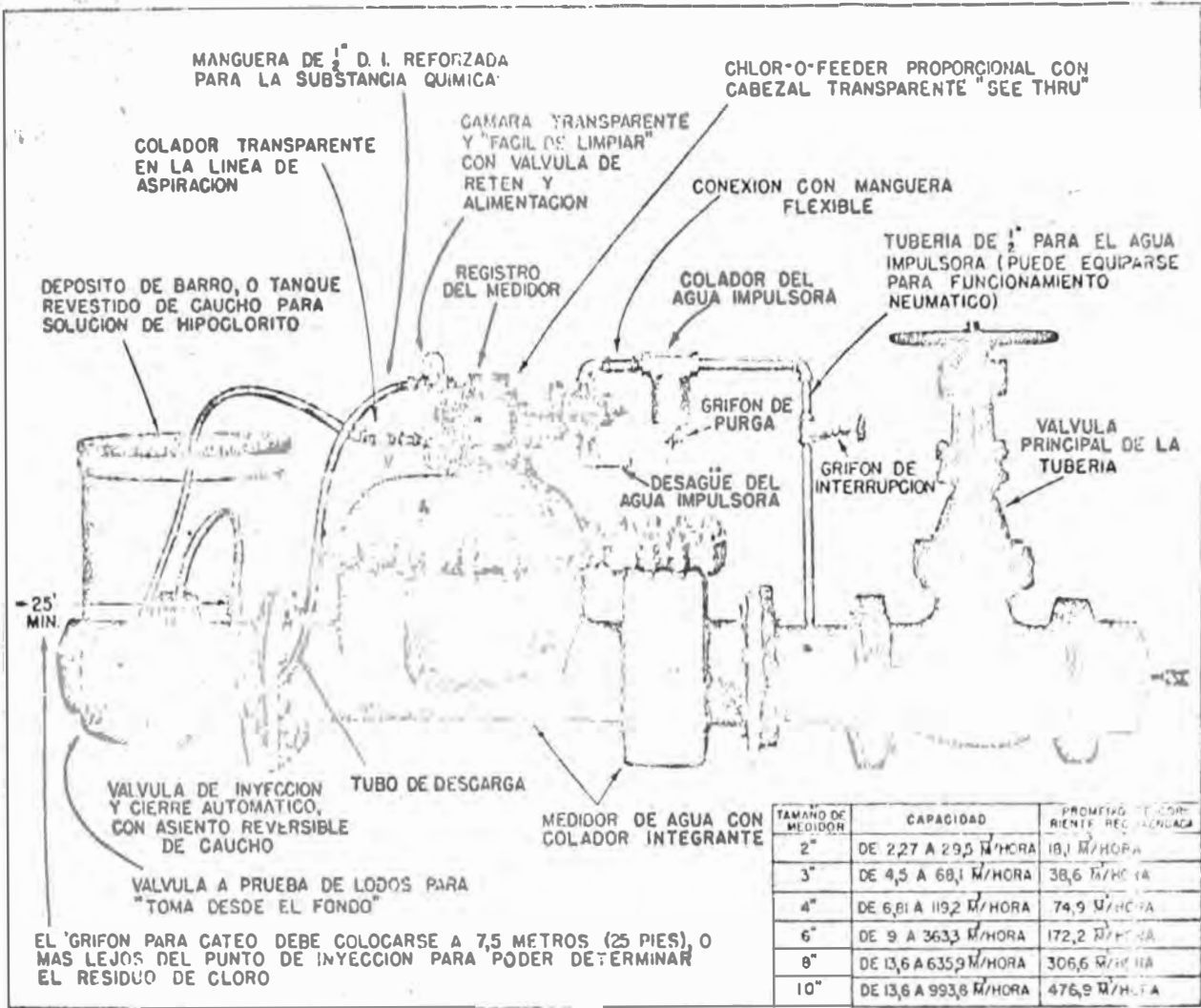


FIG. 3—Diagrama de instalación del CHLOR-O-FEEDER automático y proporcional de accionamiento hidráulico, montado y controlado por un contador de agua ordinario. Este tipo de instalación se recomienda para abasto por gravedad en los que el régimen de la corriente varía de minuto en minuto.

El CHLOR-O-FEEDER automático y proporcional tiene mecanismo hidráulico, accionado por la presión de la tubería misma para inyectar el reactivo en el agua. Este equipo suministra el líquido esterilizante en proporción exacta a la corriente, sea cual sea el caudal del régimen del flujo. Arranca, varía y para la dosificación, según comienza la corriente de agua, varía con las variaciones, y disminuye hasta parar con la corriente, resguardando contra poco o demasiado tratamiento y el sabor desagradable que produce.

Debe recordarse que el contador del agua no se usa para accionar al equipo, sino únicamente como medio de control; por lo tanto no trastorna de ninguna manera al rendimiento del contador. Además de proveer al comprador con un aparato seguro para la alimentación, este contador suministra la comprobación del consumo del agua, que se obtiene directamente del registro. Estos contadores se pueden suministrar para indicación en galones americanos, o en metros cúbicos.

El CHLOR-O-FEEDER se puede controlar no solo con los contadores tipo Torrent, como mostramos en la Fig. 3, sino tam-

bién por los contadores de disco y compuestos de mayores alcances, así como con los contadores de tipo de turbina que tienen capacidad sumamente alta.

La boquilla de inyección con válvula automática de retén, que es uno de los dispositivos que suministramos con cada aparato, está construida de tal manera que en caso de interrupción accidental en la manguera, o en el equipo, el agua no puede escaparse de la tubería a la cual está conectada.



FIG 5—(arriba). Dos CHLOR-O-FEEDERS automáticos y proporcionales montados en, y controlados por, un Contador "Fireline" de 8 pulgadas, adecuados para controlar la exactitud con precisión de 100 por ciento ( $\pm 2\%$ ) cuando la corriente en la línea varía de un mínimo de 20 litros, a un máximo de 11.200 litros por minuto.

FIG. 4

El Alimentador Multicontrol Triplic. (Véase la Fig. 12 para el diagrama de instalación).



## CAPITULO X

SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA CALIENTE

Hoy en día la moderna higiene requiere de el sumi  
nistro de agua caliente en la mayoría de las edificaciones se  
gún las necesidades de los mismos y sobre todo donde el clima  
no permite utilizar el agua a su temperatura ambiente.

El agua caliente es un elemento al que se le da di  
ferentes uso. La temperatura recomendada para cada uso, es di  
ferente y depende de otros factores, como el clima ó costum -  
bres de las personas.

La siguiente tabla da una pauta de las diferentes-  
temperaturas para los usos indicados a continuación:

<u>USO</u>	<u>TEMPERATURA</u>
HIGIENE PERSONAL	46° - 55° C
LAVADO DE ROPA o UTENSILIOS	60° - 70° C
PARA USO MEDICINALES	90° - 100° C



El uso de sistemas operados y controlados automáticamente son de necesidad práctica y tienen por fin el mantener el control de la temperatura dentro de los límites establecidos como standard para los sistemas de agua caliente. Los sistemas no automáticos se consideran generalmente no standard ya que no son de confianza para mantener un control apropiado de la temperatura del suministro de agua caliente. Por lo anteriormente expuesto - no se recomienda el uso de los sistemas no automáticos excepto en ciertas excepciones.

#### DEMANDA DE AGUA CALIENTE

La demanda de agua caliente para ser utilizada en edificaciones está supeditada en una serie de factores - entre los que podemos mencionar:

- El tipo de edificación

La clasificación de los ocupantes del edificio o de la porción de éste abastecida.

- El número y clase de aparatos sanitarios

- El número de personas que usan agua caliente

- La hora del día

- La estación del año.

- La instalación de aditamentos de conservación del agua.
- Si se suministra agua caliente a los ocupantes con cargo extra.

Por lo general la demanda nunca es absolutamente constante durante todo el día y esta sujeta a variaciones externas

El objetivo del diseño de instalaciones de calentamiento de agua es el de satisfacer con eficiencia la demanda máxima de agua caliente lo cual implica dos consideraciones generales que son:

El grado de demanda máxima

- La duración del período de máxima demanda.

Dichas consideraciones se toman como base de criterio para la determinación de las capacidades más adecuadas de los calentadores y de los tanques de almacenamiento como también de disposición del equipo de calentamiento del agua y de los dimensionamientos de las tuberías.

Al considerar el grado de demanda máxima se toma como que es el grado máximo en el cual se puede extraer el agua caliente en el servicio normal, la cual puede ser dado en términos de galones por minuto o galones por hora que deben de suministrar a una temperatura.

En donde ha de ser calentada el agua instantáneamente, tal como si se utilizase un calentador sin tanque, la capacidad del calentador debe ser por lo menos igual al grado máximo al que se extrae el agua caliente es decir, al grado de demanda máximo.

Para la determinación del grado de demanda máxima para la mayoría de las instalaciones se han ido recopilando por experiencias de los fabricantes de los calentadores, por lo que en base de dichas experiencias; cada país ha sido determinando las dotaciones del agua caliente para las diferentes edificaciones dependiendo del fin, tipo, ubicación.

Nuestro Reglamento Nacional de Construcciones, considera las siguientes dotaciones:

A) Residencias Unifamiliares y Multifamiliares

<u>Número de dormitorios</u>	<u>Dotación diaria en Lts</u>
1	120
2	250
3	390
4	420
5	450
Más de 5	80 lts/dormitorio adicional.

B) Hoteles y Pensiones 150 lts/dormitorio

C) Restaurantes:

<u>Área Útil en m<sup>2</sup></u>	<u>Dotación diaria</u>
Hasta 60	960 lts/ m <sup>2</sup>
61 a 100	15 lts/ m <sup>2</sup>
Más de 100	12 lts/ m <sup>2</sup>

D) Residencias Estudiantiles 50 lts/persona.

E) Gimnasios 10 lts/ m<sup>2</sup> de área útil.

F) Hospitales, Clínicas y Similares

Hospitales y Clínicas con Hospitalización	250 lts/día/ cama
Consultorios Médicos	130 lts/día/consultorio
Clínicas Dentales	100 lts/día/unidad dental

Estas dotaciones son utilizadas para el cálculo de la capacidad de Producción y del Almacenamiento necesario del agua

*calientes, cuando no se utiliza las recomendaciones de los fabricantes de equipos y/o cuando el sistema de suministro de agua fría no ha hecho necesario el cálculo de la dotación total.*

*Según el numeral X-III-9.15 del Reglamento Nacional de Construcciones se puede presentar una Tabla en la que se puede apreciar los gastos de apratos sanitarios, según el tipo de Edificio (Ver cuadro N°1 ).*

CONSUMO DE AGUA CALIENTE DE APARATOS SANITARIOS EN LITROS POR HORA, SEGUN EL TIPO DE EDIFICIOS.

APARATOS SANITARIOS	EDIFI- CIOS	RESID. RIVADAS.	HOTE- LES.	CLU- BES	GIMNA- SIOS	HOSPI- TALES	INDUS- TRIAS	OFICI- NAS	ESCUE- LAS
Tina	75	75	75	75	115	75	115	-	-
Lavadero de ropa	75	75	110	110	-	150	-	-	-
Bidet	10	10	10	10	-	20	-	-	-
Ducha	280	280	280	560	850	280	850	-	850
Lavadero cocina	40	40	75	75	-	75	75	-	40
Lavadero reposteria	20	20	40	40	-	75	-	-	40
Lavaplatas mecánico	60	60	750	560	-	750	380	-	380
Lavatorio privado.	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Lavatorio público	-	-	30	30	35	30	45	20	60
Botadero	-	-	100	75	-	200	75	56	75
Coefficiente de demanda probable (en relación con el máximo consumo posible)	0.30	0.30	0.25	0.30	0.40	0.30	0.40	0.30	0.40
Coefficiente de almacenamiento (en relación con la demanda probable)	1.25	0.70	0.80	0.90	1.00	0.80	1.00	2.00	1.00

CUADRO N° 1

PROBLEMAS QUE SE PRESENTAN EN LAS INSTALACIONES DE AGUA CALIENTE

- ACUMULACION DE AIRE EN LAS TUBERIAS.

*Al calentarse el agua libera aire que tiene disuelto, acumulándose en las partes altas de la instalación con un perjuicio de su normal desenvolvimiento. La manera de evitar el aire disuelto es colocar en la parte más elevada del edificio una cámara de expansión de aire.*

- RETROCESO DEL AGUA EN EL CIRCUITO

*Dicho retroceso se debe normalmente al paso mismo del agua dentro de las tuberías de alimentadores dado que muchas veces llegan con una velocidad insuficiente para poder vencer la aceleración de la gravedad, esto no sucede cuando se utiliza el sistema de recirculación.*

*Para solucionar este problema se colocan válvulas de retención o "CHECK" con el fin de conseguir el recorrido de el agua caliente en un solo (fría y) sentido y para evitar así que se introduzca en el sistema de agua fría y viceversa.*

- DILATACION DE LAS TUBERIAS

Como todas las tuberías sufren los cambios de temperatura y se dilatan, por lo cual debe darseles libertad en sus desplazamientos. Con este fin se recurren a las juntas de dilatación y a las curvas o "BUCHES" (Ver Plano de Detalles y Cuadro N<sup>o</sup>.2).

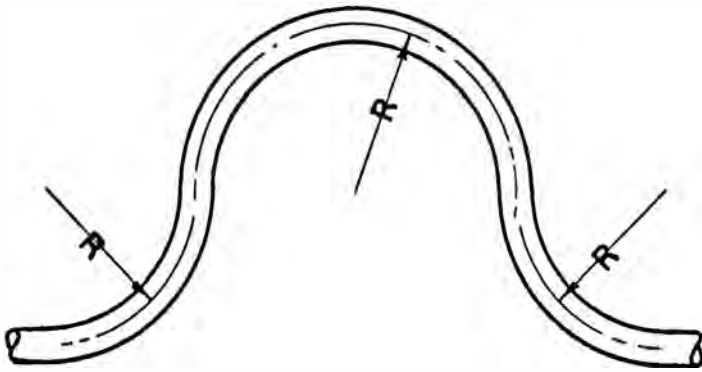
Las precauciones contra la dilatación son muy importantes en los edificios elevados y en instalaciones con altas temperaturas de trabajo, para edificios no muy altos (4 ó 5 pisos) y en casas no es muy importante, tomadas en consideración este fenómeno.

- PELIGRO DE EXPLOSIONES.

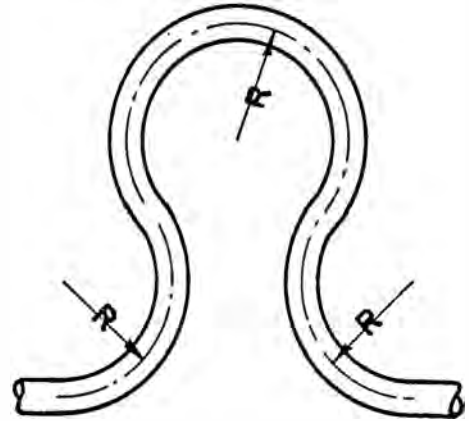
Debido a incrementos de la formación de vapor y temperatura del agua, existe el peligro de posibles explosiones que pueden ocurrir en el calentador.

Como medio de prevenir este fenómeno se debe poner en el calentador un termómetro, un manómetro y una válvula de seguridad que se abra automáticamente con los excesos de Presión y Temperatura; también la cámara de expansión o tanque de expansión.

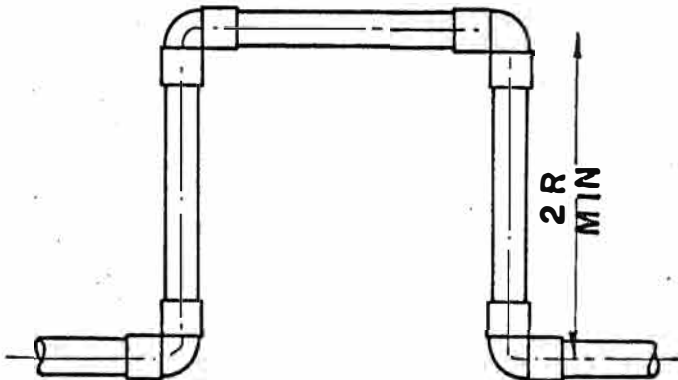




EXPANSION LOOP  
 $2R$



DOUBLE OFFSET EXPANSION LOOP

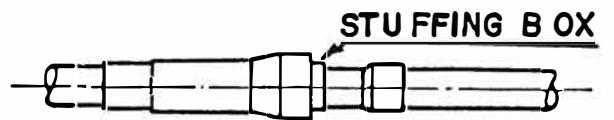


OFFSET WITH 4 90° ELLS  
 CAST ELLS ONLY

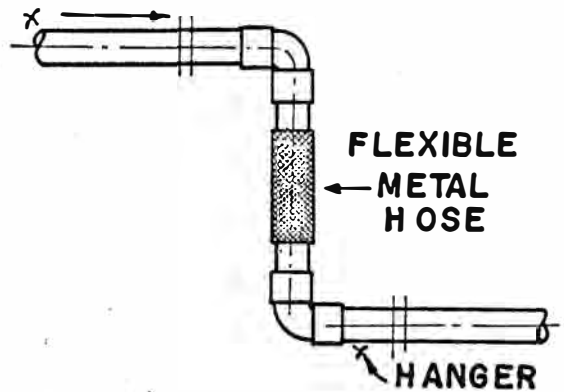
TABLE No. 5

Tube Size	RADIUS-R-INCHES									
	FOR TRAVEL	1/2"	1	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"
3	10	15	19	22	25	27	30	34	38	
1	11	16	20	24	27	29	33	38	42	
1/2	11	17	21	26	29	32	36	42	47	
1 1/2	12	18	23	28	31	35	39	46	51	
2	14	20	25	31	34	38	44	51	57	
2 1/2	16	22	27	32	37	42	47	56	62	
3	18	24	30	34	39	45	53	60	67	
4	20	28	34	39	44	48	58	66	75	
5	22	31	39	44	49	54	62	70	78	
6	24	34	42	48	54	59	68	76	83	

Bends to left of heavy line can be made from 200 or less of tubing  
 All bends made from type K tubing  
 Bends requiring more than 20 tubing are made in sections and assembled with couplings or flanges.

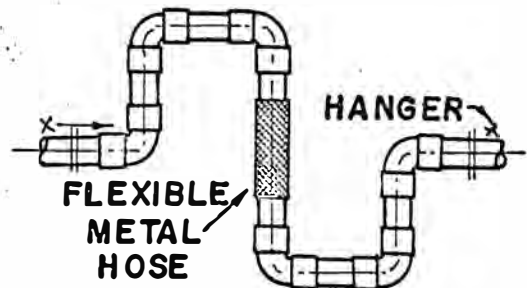


SLIP TYPE EXPANSION JOINT



FLEXIBLE METAL HOSE

HANGER



FLEXIBLE METAL HOSE

HANGER

METAL HOSE EXPANSION JOINTS INSTALLED 90° TO -DIRECTION OF EXPANSION

anteriormente citada, sirve como medio de seguridad para los excesos de Presión y Temperatura en la red de tubería de agua caliente.

### DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD

Los sistemas de agua caliente deben ser provistos de aditamentos de seguridad para aliviar las presiones peligrosas y la temperatura excesiva; los cuales son ideados para evitar que maduras, la explosión o el reventamiento de los tanques y los daños a las personas y a las propiedades y que muchos casos han ocurrido en ocasiones en que los sistemas no han estado protegidos.

Las presiones se consideran peligrosas cuando exceden a las presiones de trabajo del agua para las que se diseñan el equipo y la tubería de manera que las resistan. Sin embargo muchos aditamentos individuales del equipo son diseñados para altas presiones, permanece en pie el hecho de que la mayoría de los aditamentos individuales del equipo, obtenibles; incluyendo los tanques de almacenamiento de agua caliente se diseñan ordinariamente para presiones no mayores de 125 lbs/pulg<sup>2</sup>.

Las presiones mayores pueden causar daño al sistema como: reventar las partes débiles de los sistemas y causar daño personales o a la propiedad. Por otro lado el deterioro de las partes del sistema como resultado de la corrosión y de los largos períodos de operación de alta temperatura, aumentan la incidencia de las fallas eventuales y de los efectos resultantes.

El agua se expande a medida que calienta la expansión total depende del volumen de agua caliente y del grado de aumento de temperatura realizados. La densidad del agua a 40°F es de 62.422 lb/pulg<sup>2</sup> y a 140° es de 61.387 lb/pulg<sup>2</sup>. Si un pie cúbico de agua se calienta de 40 a 140 °F, su volumen aumenta a 62.422 / 61.387 pies<sup>3</sup>. o 1.0168 pies<sup>3</sup>. Por lo tanto para este aumento de temperatura de 100°F, puede verse el agua que se expande 1.68% o 1.2/3% de su volumen original.

Como ilustración puede duplicarse esto al caso de un tanque de almacenamiento de agua caliente de 60 gals. La expansión total que resulta de calentarlo desde una temperatura inicial de 40°F a la temperatura normal de suministro de agua caliente, 140° F, es de un galón. Esto se calcula multiplicando 60 gal. por 12/3 o 0.0168'

El agua es un líquido relativamente incomprensible, Como resultado de esto, cualquier expansión debida al calentamiento del agua produce un aumento de presión de los sistemas cerrados de suministro de agua. En donde no existe válvula de retención en la línea de suministro de agua fría que va al equipo calentador de agua; el aumento de presión puede aliviarse automáticamente por sí mismo a medida que el agua caliente se expande y regresa a la tubería de agua fría. Esto es inconveniente a menudo y puede dañar las partes no metálicas de los medidores de agua fría. En vista del hecho de que pueden instalarse válvulas de retención en cualquier sistema se hacen necesarios medios positivos para aliviar la presión antes de que esta se eleve a un nivel excesivo y peligroso.

Debe instalarse una válvula de escape de presión en un lugar efectivo, en todo sistema doméstico de suministro de agua caliente, con el fin de evitar la formación de presiones peligrosas. La válvula de escape debe colocarse para evitar una presión de 25 lbs/pulg<sup>2</sup> más alta que la presión de servicio máxima, bajo la que el sistema puede operar en cualquier momento, pero en ningún caso debe exceder la presión de trabajo de 125 lb/pulg<sup>2</sup> la presión de trabajo máximo a la que se diseñan muchos aditamentos del

equipo standar, a menos que cada parte del sistema este diseñada específicamente para un servicio a mas alta presión.

Las válvulas de escape de la presión deben ser del tipo probado y estar conformes con las normas reconocidas. Se debe diseñar para cerrarse automáticamente después de dejar escapar la presión excesiva y estar equipados con palancas de prueba, de manera que puedan inspeccionarse y probarse periódicamente. Al seleccionar las válvulas de escape de presión debe usarse una atención cuidadosa al hecho de que sus volúmenes de escape sean adecuados en todos los casos, de acuerdo al equipo que se trata de proteger.

Para un servicio efectivo constante, las válvulas de escape de presión pueden instalarse razonablemente cerca de calentador o del tanque. Es imperativo que no se instale ninguna válvula de retención o de otro tipo entre la válvula de escape de presión y el tanque o el calentador. De preferencia, se instala una válvula para el alivio de la presión en la línea de suministro de agua fría al calentador o al tanque. Esta colocación tiende a reducir al mínimo la incidencia de la formación de productos de la corrosión y de depósitos de incrustaciones en el asiento de la válvula de escape, y también permite que descarguen más a-

gua fría que caliente cuando la válvula alivia la presión excesiva.

Sin embargo en las regiones de agua dura, se encuentra, frecuentemente, que es más aconsejable, colocar en la tubería de suministro de agua caliente a unos 3 o 4 pies del calentador o de la salida del tanque. En esta localización se ha informado que existe menos incidencias de formación de depósitos de incrustaciones debidos al agua dura en el asiento de la válvula, que menos -caben el funcionamiento de la misma.

Las temperaturas en el sistema de suministro de agua caliente se consideran excesivas y peligrosas cuando exceden de 210° F.

A la presión atmosférica, al nivel de mar, el agua hierve a 212° F. Cuando se calienta a temperaturas más altas en un sistema cerrado a presión, el agua se sobrecalienta y puede expandirse repentinamente o puede convertirse en vapor al ser descargada a la atmósfera a través de las válvulas. Esto puede ocasionar serias quemaduras a las personas que se sirvan de los grifos, como las quemaduras producidas por la aplicación de calor húmedo a temperaturas tan bajas como 120F, si se prolonga por un periodo suficiente de tiempo.

La repentina y severas reducciones de la presión en el sistema puede originar ruidos prolongados debidos a la formación de pequeñas burbujas de vapor expandido en los tanques en los calentadores y en la tubería cuando las temperaturas del agua son excesivas. En caso de que se formen una pequeña fuga en un tanque de almacenamiento de agua caliente que contenga agua a una temperatura por encima de 212°F, la fuga escapará como un chorro de vapor. Si la pared del tanque se debilita suficientemente puede rasgar o romperse con una violenta explosión. El vapor escapado en esta forma puede lanzar o quitar el tanque de su asiento y en algunos casos puede incluso hacer que salga despedido a través de las ventanas, de los muros o de los techos de los edificios.

El número de ejemplos en los que han ocurrido serios daños personales y materiales en el pasado es demasiado grande para mencionarse. En consecuencia todo sistema de suministro de agua caliente debe estar provisto con un medio adecuado y positivo para dividir las temperaturas excesivas antes de que se eleven hasta una temperatura peligrosa.

Debe instalarse una válvula para el alivio de la temperatura ó un aditamento para la interrupción de la energía en una localización efectiva en todo sistema de suministro de agua

caliente, de manera que se evite la formación de temperaturas peligrosas del agua.

Las válvulas para el alivio de la temperatura deben diseñarse para dejar escapar el agua a una temperatura no mayor de 210°F, y los aditamentos interruptores de la energía deben diseñarse para cerrar el flujo de ella al calentador a una temperatura no mayor de 210°F.

Las válvulas para el alivio de la temperatura deben ser del tipo aprobado y ajustarse a normas reconocidas. Se deben diseñar para cerrarse automáticamente después de aliviar la temperatura excesiva y estar equipadas con palancas de prueba, de manera que puedan inspeccionarse y probarse periódicamente. Al seleccionar las válvulas para el alivio de la temperatura, debe darse consideración cuidadosa al hecho de que sus volúmenes de escape sean adecuados en todo caso para los equipos de que se trate de proteger.

Los aditamentos interruptores de la energía deben ser de tipo aprobado y ajustado a normas reconocidas. Deben diseñarse para que corten el flujo de energía al calentador cuando la temperatura del agua se haga excesiva. Al escoger los interruptores de energía debe darse atención cuidadosa al hecho de que sus caa-



lidades de funcionamiento sean adecuadas para el equipo de que se trata de proteger. Para un servicio efectivo constante de las válvulas de alivio de la temperatura y de los aditamentos interruptores de la energía, sus elementos sensibles a la temperatura deben estar en contacto con el agua más caliente del sistema. Es imperativo que no sea instalada ninguna válvula intermedia de retención de otro tipo entre una válvula para el alivio de temperatura o un aditamento interruptor de la energía y el tanque o el calentador. Para las válvulas de alivio de la temperatura el elemento sensible a ésta debe colocarse dentro de las 6 pulgadas superiores del tanque de un calentador con almacenamiento de agua caliente con calentamiento por abajo, por encima de la entrada de agua caliente de un tanque equipado con un calentador de agua eléctrico. Para los efectos los aditamentos de interrupción de energía, el elemento sensible a la temperatura del tipo de inmersión, debe introducirse en el agua más caliente del sistema; en el caso de uno del tipo abrazadera, el elemento sensible a la temperatura se monta sobre la pared del tanque lo suficientemente alto para que controle la temperatura del agua más alta dentro del tanque.

En las instalaciones pequeñas de equipos calentadores de agua, pueden obtenerse válvulas de escape de presión y temperatura combinados, de capacidad adecuada de escape y pueden usarse en lugar de las válvulas separadas de escape de presión y temperatura. Tanto el elemento de presión como el elemento de temperatura de la válvula deben tener velocidades de escape adecuadas al equipo servido.

La localización de las válvulas de escape de combinación y la temperatura se ajustará a las recomendaciones para las válvulas de escape de temperatura, esto es, de manera que el elemento sensible a la temperatura esté en contacto con el agua más caliente del sistema.

No debe conectarse directamente tubería alguna a partir de las salidas de la válvula de escape al drenaje o a la tubería de ventilación. No se permitirán tales conexiones porque constituyen fuentes potenciales de contaminación para el sistema de suministro de agua potable y ocultan casos de descarga continua de las válvulas de escape que no cierran herméticamente. En donde los tubos de tales salidas de escape, descargan en los accesorios de plomería, se colocará un intervalo de aire en con-

formidad con los intervalos de aire mínimos requeridos para las salidas de agua potable en los accesorios de plomería. Las salidas de escape de las válvulas de alivio deben conectarse con tuberías apropiadas de manera que descarguen en un accesorio de plomería adecuado o en los casos en donde es impráctico que descarguen en un accesorio que descarguen en un área de piso en forma conveniente. En ningún caso debe descargar la salida o el tubo de escape de manera que constituya un peligro, una causa potencial de daño o un estorbo.

Los tanques de almacenamiento de agua caliente deben instalarse de manera que sus marcas de presión al mostrar la máxima presión de trabajo de agua permisible, están en un lugar accesible para su inspección. Estas marcas se dan en interés de la seguridad de manera que por inspección pueda determinarse si es seguro usar el tanque bajo la máxima presión de operación.

#### MÉTODOS DE CALENTAMIENTO DE AGUA

Entre los métodos de calentamiento de agua, tenemos:

- Método Directo
- Método Indirecto.

El llamado método de calentamiento directo consiste en calentar el agua por contacto directo con las superficies expuestas a las altas temperaturas de fuego y de los gases de Chimenea generados por la combustión o por contacto directo con la superficie calentada eléctricamente o por los elementos calefactores eléctricos sumergidos. En los cuales el calentamiento directo se aplica de esta manera, la temperatura a la cual se sujetan las superficies es relativamente alta.

El llamado método indirecto de calentamiento, es el que consiste en calentar el agua por contacto con serpentines de tubos de cobre los cuales sirven como un medio de transferencia o de intercambio de calor de agua caliente a la alta temperatura o por el vapor vivo de agua en el sistema de suministro de agua caliente. Por la utilización del método indirecto, las superficies de calentamiento están sujetas a condiciones de temperatura más bajas que las que se requieren generalmente con el uso del método directo.

#### TIPOS DE CALENTADORES

Los tipos de calentadores ya sean utilizando el

sistema directo o indirecto se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Calentadores sin tanque de almacenamiento
- Calentadores con tanque de almacenamiento

En los calentadores sin tanque de almacenamiento se diseñan para calentar el agua fría a la temperatura de agua caliente standard de suministro en un lapso de tiempo ya que el agua atravesará una sola vez el calentador, de tal manera que pueda ser llevada por los tubos el agua directamente del calentador a los accesorios.

Mientras que en los calentadores con tanque de almacenamiento necesitan del uso de un tanque para alcanzar el agua, por lo cual el agua se calienta al pasar por un serpentín calentador y circular después hacia el tanque de almacenamiento, el calentador se denomina como "Calentador de Agua de Almacenamiento Circulante".

### SELECCION DEL METODO DE CALENTAMIENTO

Para hacer la selección del método de calentamiento

particular y el tipo de calentador que ha de usarse en una instalación dada, se deben de tener en cuenta ciertos factores muy importantes los cuales son:

- La posibilidad de obtención de una fuente económica de combustible o calor.
- El costo comparativo del equipo
- Las limitaciones de la capacidad del equipo obtenible  
La temperatura a la cual se va a calentar el agua.
- La dureza del suministro de agua.

Al tomar entre las consideraciones de la temperatura y de la dureza del agua especialmente en regiones de agua dura, esto se debe al hecho de que la temperatura por encima de 140°F, las sales de calcio y de magnesio en el agua tienden a precipitación y a depositarse como incrustaciones en las superficies de calentamiento. Con lo que estos depósitos reducen su eficiencia en la transferencia de calor al agua, acelerando la obstrucción del pasaje del agua en los serpentines de calentamiento y después de cierto tiempo pueden ocasionar el rompimiento o el reventamiento de las superficies de calentamiento.

Como recomendaciones para evitarse y reducir al míni-

mo la formación de estas condiciones, la temperatura a calentarse se debe limitar ajustándose mediante controles de operación de manera que la temperatura del agua caliente se mantenga a no más de 140° F, o que el suministro de agua a utilizarse para el calentador puede ablandarse al pasar por un ablandador de agua o el agua pueda calentarse por el método indirecto utilizando un tipo de calentador apropiado.

Al utilizar calentador sin tanque ya sea calentador directo o indirectamente no es recomendable usarlos en áreas en las que la dureza del suministro de agua exceda de 170 ppm. a 10 gr/gal. ya que con tales condiciones el obstruccionamiento del serpentín de calentamiento se realizará sumamente rápido a no ser que el agua se ablande de una manera adecuada antes de pasar por el calentador.

Como una conclusión por lo anteriormente expuesto se puede decir que el método directo se aplica en instalaciones relativamente pequeñas y que el método indirecto de calentamiento es usado mayormente en instalaciones grandes las que requieren de una gran cantidad de agua caliente o vapor; entre dichas instalaciones podemos mencionar a los HOSPITALES.

Para los calentadores del sistema indirecto existen

*tres tipos generales, los cuales son descritos a continuación:*

PRIMER TIPO: *El que está diseñado exclusivamente para las instalaciones de una unidad de serpentín sumergido en tanques de almacenamiento del agua caliente gracias a este tipo, el vapor vivo o el agua caliente a alta temperatura fluyen a través del serpentín intercambiando su calor al agua en el tanque de almacenamiento.*

SEGUNDO TIPO: *El que está diseñado para su instalación como una unidad de serpentín sumergido en las calderas del sistema de calentamiento del agua o del vapor. En este tipo el serpentín está sumergido en agua caliente a alta temperatura en la caldera de calentamiento transfiriendo el calor de ahí el agua que fluye en el serpentín.*

TERCER TIPO: *Este último tipo es diseñado para ser usado como unidad individual externa, tiene una envoltura que cubre el serpentín por lo que el vapor vivo o el agua caliente a alta temperatura se suministra a la envoltura de la unidad de tal mane-*



ra que caliente el agua que fluye por el serpentín. Dicho tipo se suele instalar en forma directa a lo largo de las calderas de calentamiento debido a las mayores conveniencias al hacer las conexiones entre la caldera y la envoltura del calentador.

#### EQUIPO DE CALENTAMIENTO DIRECTO

Las unidades de calentamiento Directo obtenibles en nuestro mercado son de capacidad de calentamiento relativamente pequeños, los cuales son muy adecuados para las instalaciones pequeñas.

Sin embargo haciendo pedidos directamente a las fábricas productoras de estos calentadores se pueden adquirir unidades de gran capacidad, las cuales se pueden utilizar en combinación para poder satisfacer los requerimientos de capacidad para edificios que requieren una gran demanda de agua caliente.

Por lo que se puede decir que el tamaño del equipo no es un factor limitante en este concepto, pero sí más bien los costos compartivos de calentamiento doméstico de Agua por el MÉ-

todo Directo en comparación con los métodos indirectos, es lo que normalmente plantea las limitaciones.

Dichas limitaciones se pueden determinar muy fácilmente mediante una comparación de costos para cada caso.

Las capacidades de Calentamiento de los calentadores.- de agua directa se dan generalmente en términos de galones por minuto ó galones por hora, los cuales se basan en un aumento de temperatura de 33°C, 45°C ó 55°C ( 60°F, 80°F, ó 100°F) o en términos de BTU por hora de consumo y en BTU por hora de rendimiento. Por otro lado se sabe que un galón de agua pesa 8.3 lbs para llevarlo de una Temperatura de 40°F a 140°F (4.5°C a 60°C) se requieren 830 BTU de calor.

Por lo que si se tiene un calentador con una eficiencia de 83% un rendimiento de 830 BTU requerirá de un consumo de 1000 BTU.....

Las suposiciones de eficiencia las hacen la mayoría de los fabricantes de calentadores, de agua Directos.

Por lo que un método estandard recomendable para la

determinación de la capacidad de normal de calentamiento de los calentadores de agua directos, es dividir el consumo de BTU fijado para el calentador entre 1000. Dicho valor nos dará la capacidad del calentador en términos de galones de agua calentada con una elevación de 100°F por hora de agua consumida.

Para la consideración de la caída de presión en los calentadores sin tanque se puede considerar una pérdida de presión de 25 lbs/pulg<sup>2</sup> o si fuese posible se obtendrá directamente del fabricante del equipo a instalar.

En los tanques de almacenamiento la caída de la presión es mucho menor que a través de los calentadores sin tanque, produciéndose una pérdida de presión de promedio de 5 lbs/pulg<sup>2</sup> cuando se extrae el agua en el grado de demanda máxima.

Por otro lado dicha pérdida de presión también se puede obtener de la siguiente manera:

- Cuando se extrae el agua por un orificio en el fondo, la caída no es mayor que la equivalente a tres codos standard de 90°, del mismo diámetro de los orificios de entrada y salida del tanque.
- Cuando el tanque es abastecido a través de un orificio en la parte superior y tiene un largo tubo de inmersión de diámetro más pe-

queño que se extiende hacia abajo, hasta la parte inferior del tanque, la caída de presión en el tanque cuando el grado de demanda es máximo será apreciablemente mayor y puede suponer igual o por lo menos diez codos standard de 90° del mismo diámetro de los orificios del tanque.

En el caso de un calentador directo el agua del tipo circulante, la caída de presión es de tanta importancia que afecta la velocidad de circulación del agua caliente del calentador al tanque de almacenamiento.

El costo de mantenimiento de los calentadores con tanque de almacenamiento varía grandemente y depende de la durabilidad de los tanques y de su susceptibilidad a la corrosión.

Las deposiciones de lodos y de incrustaciones en el fondo de estos tanques deben ser eliminados periódicamente con el fin de no obstaculizar el funcionamiento de los termostatos colocados en la sección inferior de los tanques y para eliminar los ruidos prolongados debido a la formación de chorros fugas de vapor en tales depósitos, la última circunstancia es propensa a presentarse donde quiera que se instalen calentadores de alta capacidad de recuperación en regiones de agua dura, a no ser que se ablande el agua a suministrarse.

### INSTALACION DE CALENTAMIENTO INDIRECTO SIN TANQUE

Las características de una instalación para calentador indirecto sin tanque se infieren de los terminos y sin tanque. El agua doméstica se calienta al pasar a través de los largos serpentines de tubo de cobre que tienen la superficie de transferencia de calor suficiente para absorber el calor rapidamente, de Vapor o del Agua a alta temperatura que rodea a los serpentines de manera que el calentador pueda servir como un calentador de línea, calentando instantaneamente el agua a medida que ésta fluye en un solo paso suministrándole agua caliente directamente a las alidas de los accesorios.

Para un funcionamiento instantáneo satisfactorio, los calentadores sin tanque indirectos deben tener listos a toda hora un suministro adecuado de vapor o de agua caliente a alta temperatura de la que pueda ser absorbida la cantidad de calor por el agua doméstica al pasar ésta por el calentador.

Los calentadores sin tanque indirectos pueden adquirirse en una amplia gama de capacidades adecuadas para la mayor parte de los edificios, se encuentran en el mercado varios modelos.

Un modelo es una unidad de serpentín sumrgida, diseñada para su instalación en calderas con sistema de calentamiento de vapor o de agua caliente

Otros modelos están diseñados para su instalación como intercambiadores de calor individuales, separados para las calderas del sistema de calentamiento y están provistas con camisas de agua a alta temperatura o de vapor o de envolturas que rodean la unidad doméstica de serpentín de agua caliente.

Estos calentadores no viene equipados con todas las características de el control automático necesarios en ellos, y tales controles deben proveerse adicionalmete en cada caso.

El Costo Original, de una instalación de calentador sin tanque indirecto es usualmente menos apreciable que el de los otros tipos de capacidad comparables.

Pueden lograrse algunos ahorros en el costo inicial en la construcción de cuartos de calderas en los edificios nuevos.

Como este tipo de calentador es relativamente pequeño, no requiere mucho espacio de suelo del cuarto de calderas. Cuando se instala como una unidad de serpentín sumrgida en una caldera con sistema de calentamiento de vapor o de agua caliente, no se requiere más espacio que el necesario para quitar la unidad de la

caldera cuando sea necesario.

En consecuencia al diseñar el edificio, no es necesario proveer espacio de piso adicional en el cuarto de calderas para tales unidades, no requieren para ellas humeras o chimineas y pueden lograrse los correspondientes ahorros.

#### LAS CAPACIDADES DE CALENTAMIENTO DE LOS CALENTADORES SIN TANQUE INDIRECTOS

Se clasifican en términos de galones de flujo de agua por minuto que puedan calentar desde una temperatura de 40°F en la entrada, a una temperatura de 140°F en la salida, cuando el serpentín de calentamiento está sumergida en el agua de la caldera a 180°F. Al escoger los calentadores, las clasificaciones estándar mostradas en los catálogos de los fabricantes deben anotarse cuidadosamente de manera que el funcionamiento en servicio del calentador igual a la demanda de agua caliente.

El grado de alimentación debe ser adecuado al menos para mantener la temperatura del agua de la caldera, continuamen-

te a 180°F para la demanda de agua caliente a la capacidad de flujo nominal del calentador sin tanque. Para calentar un galón de agua de 40 a 140°F se requieren 830 BTU y si la eficiencia de la caldera se supone del setenta y cinco por ciento, el consumo de calor por hora requerida, para calentar el agua por medio de un calentador sin tanque puede calcularse como de 66,400 BTU, por hora por cada galón por minuto de capacidad de flujo nominal.

Esto puede usarse como base para determinar el grado de alimentación mínima para las calderas equipadas con el calentador o calentadores sin tanque.

La caída de presión que ocurre en los calentadores del tipo sin tanque es un factor importante que ha de tomarse en cuenta.

Dichos calentadores están diseñados para producir un aumento de temperatura de 100°F en el agua que fluye a una capacidad fijada en una sola pasada y para lograr esto los serpentines tienen un pequeño diámetro interno comparativamente pequeño y de una gran longitud.

Estas características dan como resultado una caída de presión relativamente alta en los calentadores de tipo sin tanque a la capacidad nominal del flujo.



Todos los calentadores sin tanque que tienen la misma capacidad de flujo no tiene necesariamente la misma caída de presión, por lo que para obtener los datos de caídas de presión en los calentadores sin tanque, se recomienda que se obtengan directamente de los fabricantes de equipos.

#### EQUIPOS DE CALENTAMIENTO INDIRECTO DE/ CON TANQUE

En este tipo de instalación se provee un tanque de almacenamiento además de un calentador indirecto.

Existen tres tipos diferentes de instalaciones de calentadores indirectos con tanque de almacenamiento

PRIMER TIPO: Esta diseñado para la instalación integral con un tanque de almacenamiento horizontal. El calentador consiste en un bulbo de serpentines de cobre insertado en el tanque a través de una abertura con bridas en la parte inferior del extremo de un tanque es decir un tanque especialmente diseñado para esa unidad de serpentín. El vapor de agua caliente a alta temperatura se suministra a los serpentines con el fin de transferir el calor al agua del tanque.

Este sistema asegura un buen funcionamiento en regiones donde el agua es dura y no se le ha sometido a tratamiento, ya que el agua dura no fluye a través de los serpentines sino que los rodea. En consecuencia los depósitos de incrustaciones no pueden aparecer dentro de los serpentines.

SEGUNDO TIPO: Este tipo está diseñado para su instalación integral dentro de una caldera con sistema de calentamiento de agua caliente o de vapor.

El calentador consiste en un gran bulto de serpentines de cobre, insertado en la caldera a través de una abertura con bridas en la parte superior. En las calderas de vapor, los serpentines de calentamiento están colocados sólo unas pulgadas por debajo de la línea normal del agua en la caldera de manera que estén sumergidas en agua más caliente todo el tiempo durante la operación normal.

Este tipo de unidad de calentamiento es del tipo circulante, por que el agua circula a través de los serpentines y es calentada en esa forma. En regiones de agua dura este sistema no es muy recomendable ya que se forman incrustaciones dentro de los serpentines, salvo el caso en que esta sea tratada previamente.

TERCER TIPO: Es también un calentador circulante diseñado para su instalación como una unidad externa separada. Consiste en una envoltura metálica que aloja un serpentín de conducto de cobre. Las conexiones de entrada y de salida a la envoltura, se dan para conectarlas con un suministro de vapor obtenible o agua a alta temperatura y se proporciona conexiones de entrada y de salida del serpentín para conectarlo al tanque de almacenamiento. El agua del tanque circula a través del serpentín y se calienta en esa forma. Este tipo es generalmente satisfactorio en cuanto a funcionamiento excepto donde el suministro de agua es excesivamente duro y no se ha ablandado.

En lo referente a los costos: Debemos tener en cuenta lo siguiente:

- La construcción del cuarto de calderas en los nuevos edificios.
- Debe preverse el espacio de piso adecuado para el tanque de almacenamiento y sus soportes.
- Que los calentadores que se instalen sumergidos en la caldera del sistema de calentamiento o en el tanque de almacenamiento de agua caliente no ocupan espacio de piso en el cuarto de calderas,

de manera que no se requiera más espacio para ellas que el necesario para quitar los servicios sumergidos cuando se necesite.

- Este sistema es recomendable hacerse donde exista producción de vapor o agua a alta temperatura para múltiples fines.
- Los costos de mantenimiento están directamente relacionados con la selección original del material del tanque de almacenamiento con las características del suministro de agua y con las medidas para la protección contra la corrosión, con el fin de evitar la corta vida del tanque, y la necesidad de reemplazarlo.
- En cuanto a la caída de presión, en el momento de máxima demanda de agua caliente esta caída de presión puede suponerse igual a la producida por el mismo grado de flujo a través de tres codos standard de 90° del mismo diámetro de los orificios de entrada y salida del tanque.
- En lo que respecta a las capacidades de calentamiento (Almacenamiento y Producción) lo bien que la instalación de un calentador con tanque de almacenamiento indirecto pueda satisfacer la Demanda de agua caliente depende de la consignación de la capacidad del tanque y de la capacidad de calentamiento del calentador o lo que puede llamarse también la capacidad de recuperación del calentador.

EL REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES EN EL NUMERAL X-III-9.14 ESTABLECE:

Para el cálculo de la capacidad del equipo de producción de agua caliente así como para el cálculo de la capacidad del tanque de almacenamiento se utilizarán las relaciones que se indican a continuación; en base a la dotación de agua caliente diaria asignada:

C U A D R O N° 4

TIPO DE EDIFICIO	CAPACIDAD DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO EN RELACION CON DOTACIONES D/ EN LITROS	CAPACIDAD HORARIA DEL EQUIPO DE PRODUCCION DE AGUA CALIENTE, EN RELACION CON LA DOTACION DIARIA EN : "LTS"
Residencias Unifamiliares y multifamiliares	1/5	1/7
Hospitales y Pensiones	1/7	1/10
Restaurantes	1/5	1/10
Gimnasios	2/5	1/7
Hospitales, clínicas, consultorios y similares.	2/5	1/6

Esta tabla como porcentaje de la dotación diaria puede utilizarse en pequeñas y medianas instalaciones, y para calentadores de baja producción.

La tabla como porcentaje del consumo por aparatos (cuadro N° 1) es más indicada para instalaciones grandes y especiales.

### DISTRIBUCION DE AGUA CALIENTE-SISTEMAS

A fin de tener una buena distribución de agua caliente y a la temperatura adecuada, es también necesario escoger el sistema más conveniente, teniendo en cuenta el tipo de ellos y el tamaño de la instalación así como la edificación a la que se va a dar servicio.

Básicamente existen tres tipos de sistemas de distribución de agua caliente:

- Sistema Directo, Sistema con Circulación, por Gravedad y Sistema con Circulación propia (forzada).

Sistema de Distribución Directa.- Es utilizada en residencias o pequeñas instalaciones donde no existe grandes longitudes de tuberías o cuando por la función o categoría del EDIFICIO, no es exigente mantener el agua a una temperatura constante, debiendo esperar un pequeño tiempo para recibir en el aparato el agua a la temperatura adecuada.

Escogido el tipo de capacidad del calentador, consiste en diseñar una tubería con capacidad para la máxima demanda simultánea de agua caliente, desde el calentador hasta los diferentes aparatos sanitarios con esta necesidad considerando la presión de salida que exige la reglamentación vigente

Sistema de Distribución con Circulación por Gravedad.-Dentro de este sistema existen dos variantes:

a) Sistema ascendente con circulación por gravedad. Consiste en una red de tuberías de distribución que partiendo de la fuente de producción de agua caliente alimenta de abajo hacia arriba los diferentes servicios formando montantes o columnas ascendentes, al final de cada una de las cuales se instale una tubería de retorno que regrese el agua enfriada al calentador (Ver cuadro N°5).

La circulación de agua, se produce por la diferencia de peso o densidad de la columna de agua más caliente (distribución) y la columna de retorno más fría.

b) Sistema de arriba hacia abajo con circulación por gravedad.- Consiste en instalar una montante que lleva el agua hacia arriba (caliente), parte superior del edificio, en donde se distribuye

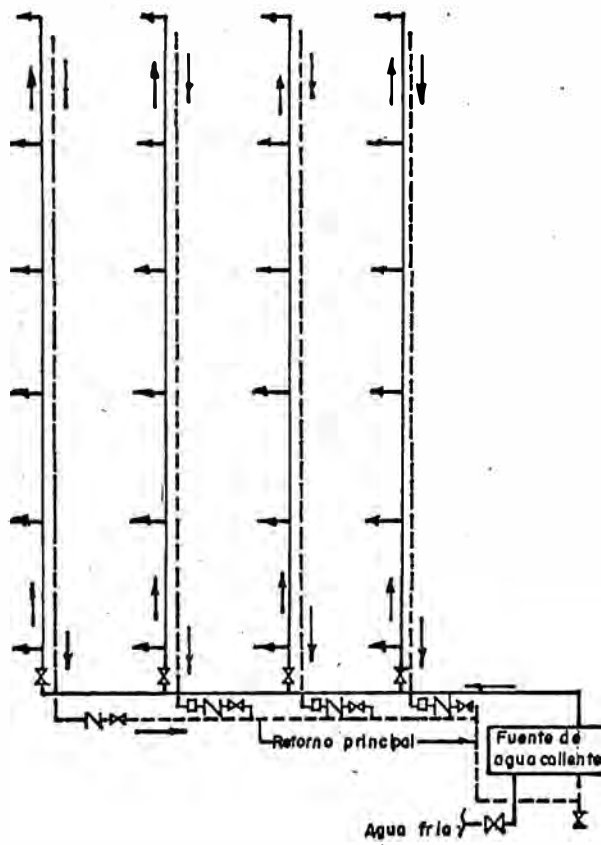
en bajantes que alimentan los diferentes servicios de arriba hacia abajo. Los extremos inferiores de las bajantes se unen para llevar el retorno de agua enfriada a la fuente de producción (Ver cuadro N° 6).

Estos dos sistemas son utilizados en medianas instalaciones donde las condiciones del edificio lo permitan, pues no es muy aconsejable donde la longitud de la tubería, su diámetro y recorrido no permita la velocidad de flujo que depende de la diferencia del peso en las tuberías de alimentación y de retorno (Ver cuadro N° 7).

Sistema con Circulación Forzada. - Consiste en una red ascendente o descendente de distribución de agua caliente desde la fuente de producción hasta los diferentes aparatos sanitarios; y las tuberías de retorno, conectadas a las montantes, que circulan el agua enfriada nuevamente hasta el calentador, intercalándose una bomba que permite dar la velocidad del flujo necesario para la circulación (Ver cuadro N° 8, 9 10).

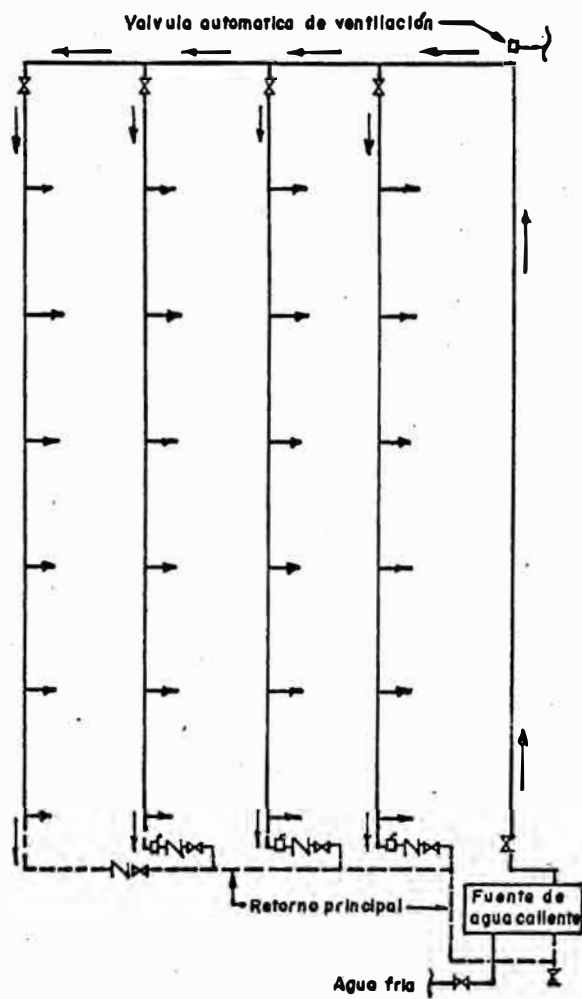
Esta bomba opera con un arranquador por termostato, arrancando la temperatura del agua en la tubería de retorno cuando ha descendido al mínimo y parando cuando se ha producido la circulación suficiente para aumentar la temperatura del agua a





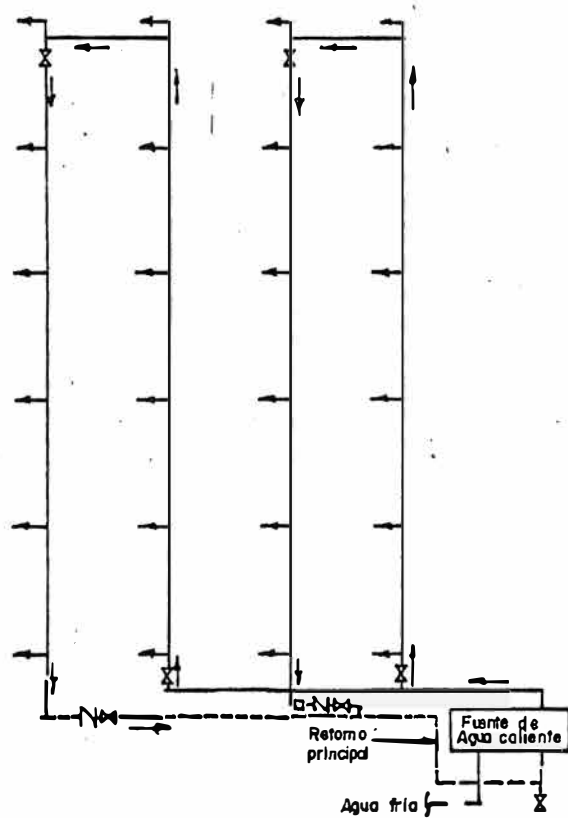
Sistema convencional de alimentación hacia arriba

CUADRO N° 5



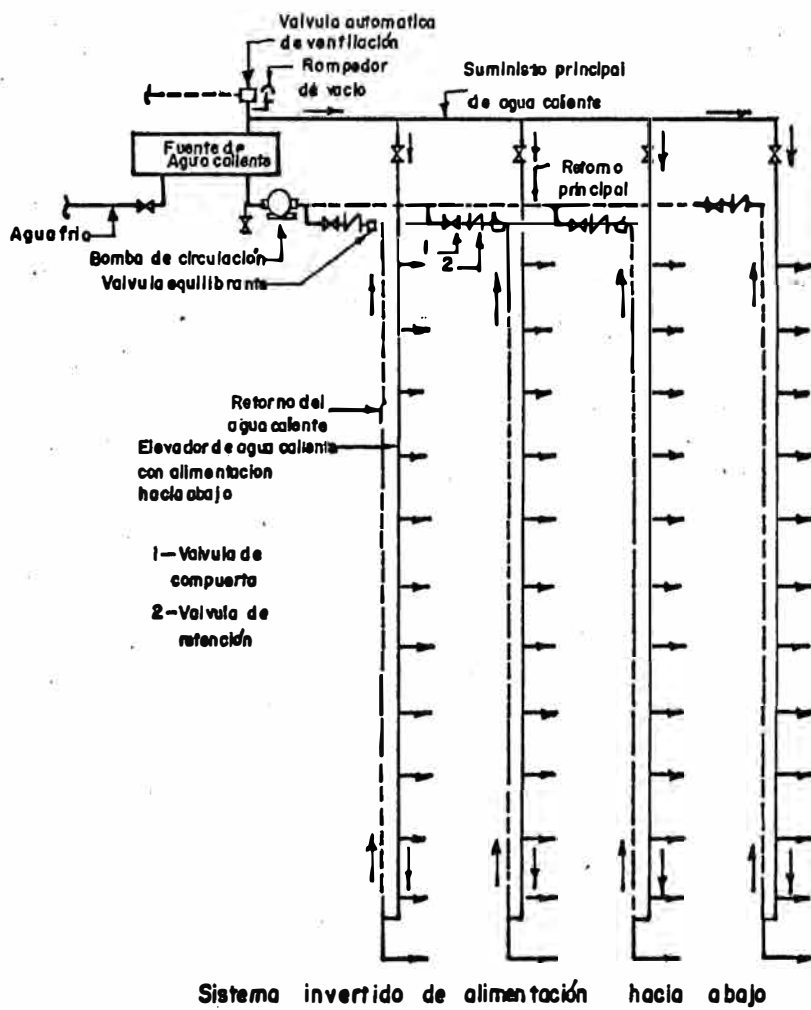
Sistema convencional de alimentación hacia abajo

CUADRO N° 6

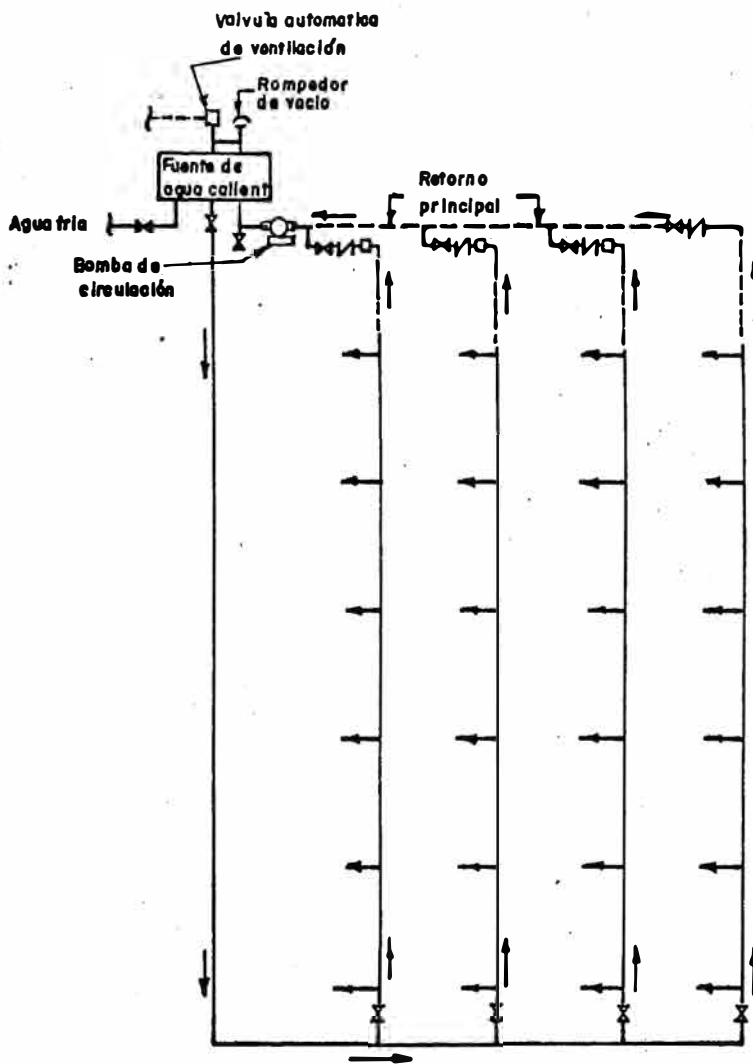


Sistema de combinación invertida de alimentación hacia arriba y alimentación hacia abajo

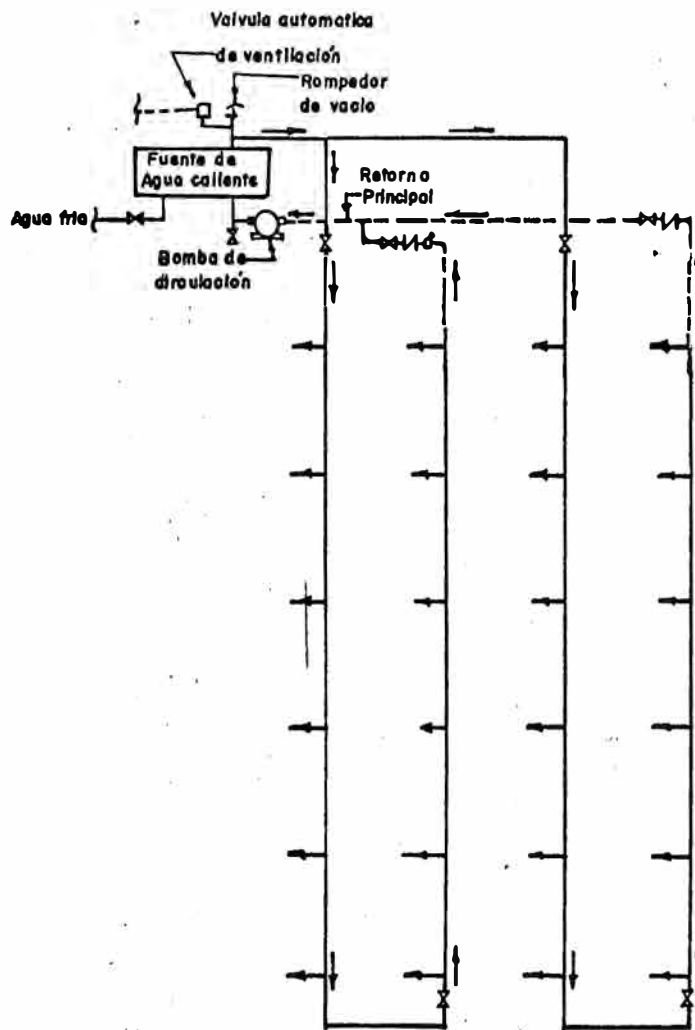
CUADRO N° 7



CUADRO N° 8



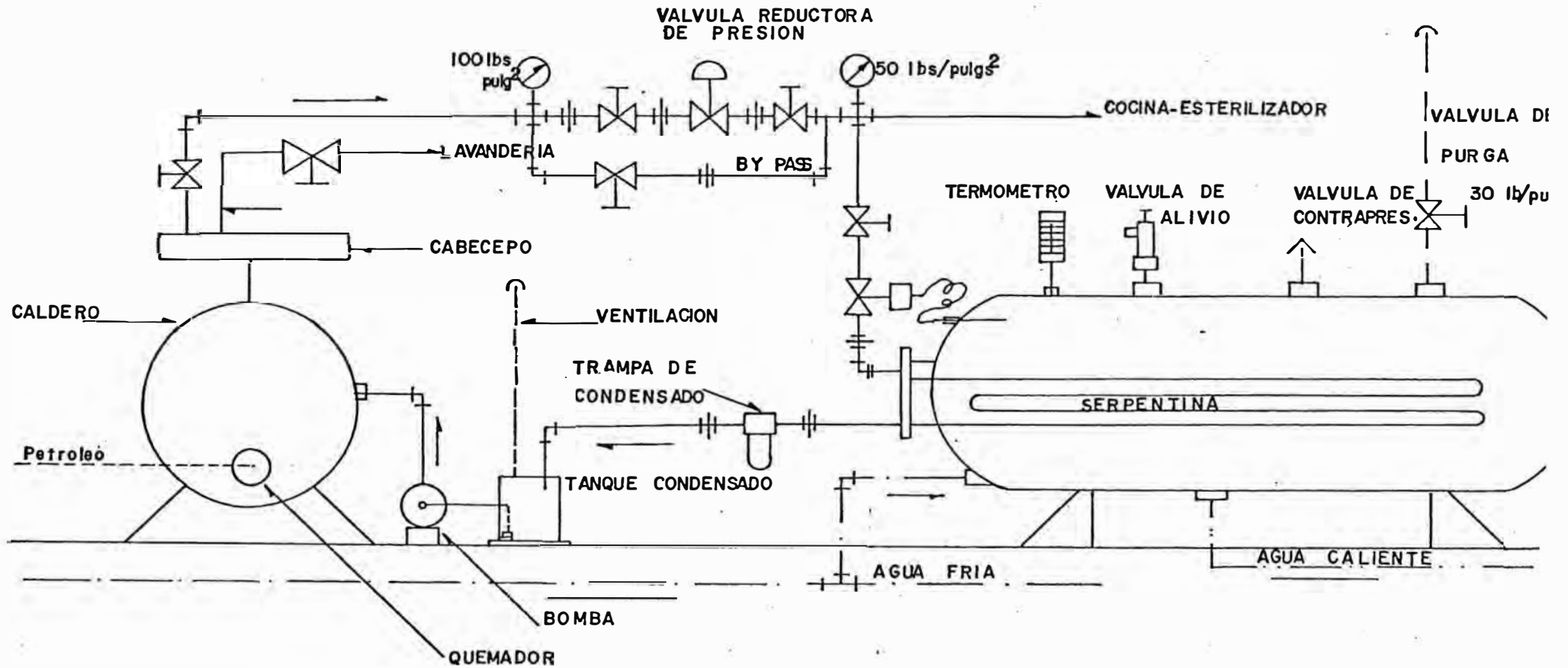
Sistema invertido de alimentación hacia arriba



**Sistema de combinación invertida de alimentación hacia abajo y alimentación hacia arriba**

**CUADRO N° 10**

# DIAGRAMA DE INSTALACION CALDERO - CALENTADOR



a su máximo de diseño, manteniendo así permanentemente el agua a dicha temperatura; para que en cualquier momento opere una llave se tenga en el aparato el agua caliente a su temperatura adecuada. Este sistema es más comúnmente utilizado en medianas y grandes instalaciones.

#### DISEÑO DE REDES DE AGUA CALIENTE

Una vez que se han definido todos los proyectos básicos para el abastecimiento de agua caliente, como son: Dotaciones, Capacidad de Producción, Capacidad de Almacenamiento si fuera necesario, tipo de calentador, temperatura de producción y de consumo etc; podrá proceder a la ejecución del diseño de la red de agua caliente teniendo presente el sistema escogido para ello.

Se da a continuación algunas consideraciones básicas que puedan servir de pauta para un mejor diseño:

- a.- Deberá evitarse en lo posible que la tubería de agua caliente vaya empotrada en muros y pisos, utilizando ductos, entretejos, o falsas estructuras que permitan la libre dilatación o concentración por cambio de temperatura.



- b.- Los equipos de agua caliente deberán ubicarse en tal forma que permitan una fácil operación o mantenimiento.
- c.- Deberá evitarse los cambios y combinaciones frecuentes de metales opuestos que puedan producir corrosión galvánica.
- d.- Debe tenerse en cuenta el recubrimiento de aislamiento térmico de que debe llevar la tubería. Entre los aislamientos más usados tenemos: los de Magnesio, Amianto y la Lana de Vidrio.

Por lo general el espesor del material aislante varía de 1" a 1 1/2" según el aislamiento requerido.

A continuación a nivel informativo adjunto los cuadros N°11- 12- 13 extraídos del Libro de NIELSEN

C U A D R O N° 11GRADOS DE PERDIDA DE CALOR PARA LA TUBERIA DE SUMINISTRO DE AGUA CALIENTE(En BTU/HORA/PIELINEAL, DE TUBERIA A 140°F, AIRE a 70°F)

DIAMETRO NOMINAL DEL TUBO EN plg.	D E S N U D O			AISLADO
	TUBO DE HIERRO GALVANIZADO O ACERO, SPS <sup>‡</sup>	TUBO DE LATON O DE COBRE, SPS <sup>‡</sup> O SIN ROS- CA	TUBO DE COBRE PARA AGUA, TIPO L	TODOS LOS TIPOS DE TUBERIA
1/2	35	26	19	15
3/4	43	32	26	27
1	53	38	32	19
1 1/4	65	46	39	21
1 1/2	73	53	46	24
2	91	65	58	29
2 1/2	108	75	68	32
3	130	90	81	38
4	163	113	103	46

‡ - SPS significa "Tamaño Estándar de tubo" (N. del T.).

## C U A D R O N° 12

LONGITUD EQUIVALENTE DE TUBO PARA CONEXIONES Y VALVULAS

Conexión o Válvula	Pies equivalentes de un tubo para varios diámetros en pulgadas							
	-1/2-	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3
Codo de 45°	1.2	1.5	1.8	2.4	3.0	4.0	5.0	6.0
Codo de 90°	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	7.0	8.0	10.0
T. en línea	0.6	0.8	0.9	1.2	1.5	2.0	2.5	3.0
T, en ramal	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	10.0	12.0	15.0
Válvula de compuerta.	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.3	1.6	2.0
Válvula equivalente.	0.8	1.1	1.5	1.9	2.2	3.0	3.7	4.5
Llave macho	0.8	1.1	1.5	1.9	2.2	3.0	3.7	4.5
Válvula de retención giratoria.	5.6	8.4	11.2	14.0	16.8	22.4	28.0	33.6
Válvula de globo.	15.0	20.0	25.0	35.0	45.0	55.0	65.0	80.0
Válvula en ángulo	8.0	12.0	15.0	18.0	22.0	28.0	34.0	40.0

C U A D R O N°13

G R A D O D E F L U J O

..... (Produciendo una caída de presión de 0.01 pies de carga en pie(1) de longitud de tubo).

Diámetro nominal del tubo plg	Tubo de latón de cobre, sin rosca		Tubo de latón de cobre, SPS <sup>6</sup>		Tubo de cobre para agua tipo L.		Tubo de hierro galvanizado o de acero SPS <sup>6</sup>	
	Diám. Int. plg	Flujo gpm	Diám. Int. plg	Flujo gpm	Diám. Int. plg	Flujo gpm	Diám. Int. plg	Flujo gpm
1/2	0.710	1.71	0.626	1.24	0.545	.89	0.623	.88
3/4	0.920	3.22	0.822	2.44	0.785	2.19	0.824	1.71
1	1.185	6.1	1.06	4.6	1.025	4.26	1.048	3.22
1 1/4	1.53	11.6	1.37	8.82	1.265	7.22	1.380	6.2
1 1/2	1.77	16.8	1.6	13.1	1.505	11.1	1.61	9.15

### EQUIPO DE PRODUCCION DE AGUA CALIENTE

Haciendo un análisis de los métodos de calentamiento de agua y de los tipos de calentadores, viendo además las ventajas y desventajas que se presentan en cada uno de ellos, de acuerdo a lo expuesto en el presente capítulo pienso que lo más recomendable para el presente proyecto es la selección de un calentador indirecto sin tanque de almacenamiento dado que voy a utilizar el vapor generado por el caldero para el calentamiento del agua.

CAPACIDAD DEL EQUIPO.- Como anteriormente había expuesto el consumo de calor por hora requerida para calentar el agua. Por medio de un calentador sin tanque de almacenamiento, para un incremento de temperatura de 100°F (55.5°C) puede calcularse como de 66,400 BTU por hora, por cada galón por minuto de capacidad de flujo nominal o mediante el método PATTERSON-KELLY el cual utilizaré para el cálculo.:

#### CALCULO:

- Utilizando el método de BTU/HORA.

Q Máxima: l.p. 4,126 G.P.M.

Nº BTU/ HORA = 66,400 BTU/HORA/GPM x 4,126 GPM

Nº BTU/HORA = 273'966,400.00

- Utilizando el método PATTERSON- KELLY.

UTILIZANDO EL METODO PATTERSON-KELLY

La capacidad del equipo de producción de agua caliente sin tanque de almacenamiento (ya que considero un calentador rapido abastecido de vapor para calentar los serpentines) lo determinaré en base a los gastos por aparatos sanitarios, según el tipo de aparatos requerido por los aparatos en el Hospital:

Para lo cual utilizaré el cuadro correspondiente X-III-9.15 del Reglamento Nacional de Construcciones y el Cuadro de Patterson -Kelly Co. Inc. el cual adjunto y de los cuales puedo extraer el siguiente cuadro:

Lavatorios privado	2	G.P.H.
Lavatorio público	8	
Tinas	20	
Duchas	25	
Bidet	64	
Baño de piernas y brazos	3	
Baño terapéutico	150	
Lavadero lavandería	35	
Lavadero de cocina	15	
Lavadero de repostería	15	
Lavaplatos mecánico	20	
Botadero	27	

Con el cual se podrá determinar la cantidad de galones por hora que se requiere el agua caliente a 180°F.

Lavatorios privados	2 x 80 =	160.00
Lavatorios públicos	8 x 166 =	1,328.00
Tinas	20 x 15 =	300.00
Duchas	25 x 36 =	900.00
Baño de piernas, brazos o asiento	3 x 4 =	12.00
Baño terapéutico	150 x 3 =	450.00
Tina Hidroterapia	150 x 1 =	150.00
Baño de emergencia	25 x 1 =	25.00
Mesa de autopsia	25 x 1 =	25.00
Lavachatas	25 x 5 =	125.00
Lavadero de lavandería	35 x 2 =	70.00
Lavadero de cocina	15 x 6 =	90.00
Lavadero de Repostería	15 x 20 =	300.00
Lavaplatas mecánico	20 x 1 =	20.00
Botadero	27 x 9 =	243.00
Equipo de dentistas	6 x 3 =	18.00
		<hr/>
		4,216.00

---

4,216 G.P.M.

---

Del cuadro de Patterson-Kelly se puede obtener el % que se debe de tomar de el caudal en G.P.H. requerido

Almacenaje del calentador.....35%

Serpentin .....50%

Con lo cual se ha determinado un calentador de:

$$35\% \times (4,216.00) = 1,475.60 \text{ galones}$$

en serpentín de:

$$50\% \times (4,216.00) = 2,108.00 \text{ galones /hora}$$

Con estos datos se puede seleccionar usando la tabla tipo B el calentador y el serpentín.

1 calentador modelo = 14 S

1 Serpentín modelo = 16 H

Determinación de la Superficie Total por pie cuadrado

Total surface  
in Sq Feet =  $\frac{\text{demanda de agua caliente}}{\text{galones (hora) pie}^2 \text{ de superficie de acuerdo a la tabla N}^\circ 2 \text{ de elcatálogo}}$

Rango de temperaturas = 40°F - 180°F

Presión de trabajo = 71.00 lts/pulg<sup>2</sup>  
( 50.00 mts).



$$= \frac{4,216.00}{\varnothing} = 81.07 \text{ superficie Sq Feet de calor requerido.}$$

### Determinación de Serpientes

La cantidad de agua caliente requerida es : 4,216.00

- La superficie de calor requerida es: 81.07 Sq Feet.

De acuerdo a estos datos y con la tabla N°5 del catálogo se puede seleccionar el serpentín número:

U - 10- 80 el cual tiene el siguiente significado:  
10 ~~tubos~~ en forma de U y separador 5" entre diámetro y con una superficie de 80 Sq Feet de superficie .

Siendo la longitud de 134 pies para el diámetro de 1 1/4" y 64 pies para el diámetro de 3/4"

### Determinación de el Regulador de Temperatura

Q = agua caliente = 4,216.00 G.P.H.

T inicial = 140°F

T final = 180°F

Presión de vapor = 100 P.S.I.

Luego con el  $Q$  caudal y variación de temperatura hallamos el factor en la tabla A y con este en la tabla B y la presión de vapor determinamos el diámetro de la válvula reguladora  $Q$  de vapor siendo esta de 1 pulgada.

#### ELECCION DEL EQUIPO

Del catálogo de selección de los EQUIPO "THE PATTERSON-KELLY, se ha elegido el siguiente equipo:

- Calentador modelo 14 S
- Serpentin modelo 16 H

Tipo: U = 10 - 80

- Regulador de temperatura:

$Q = 4,216$  -- G.P.M.

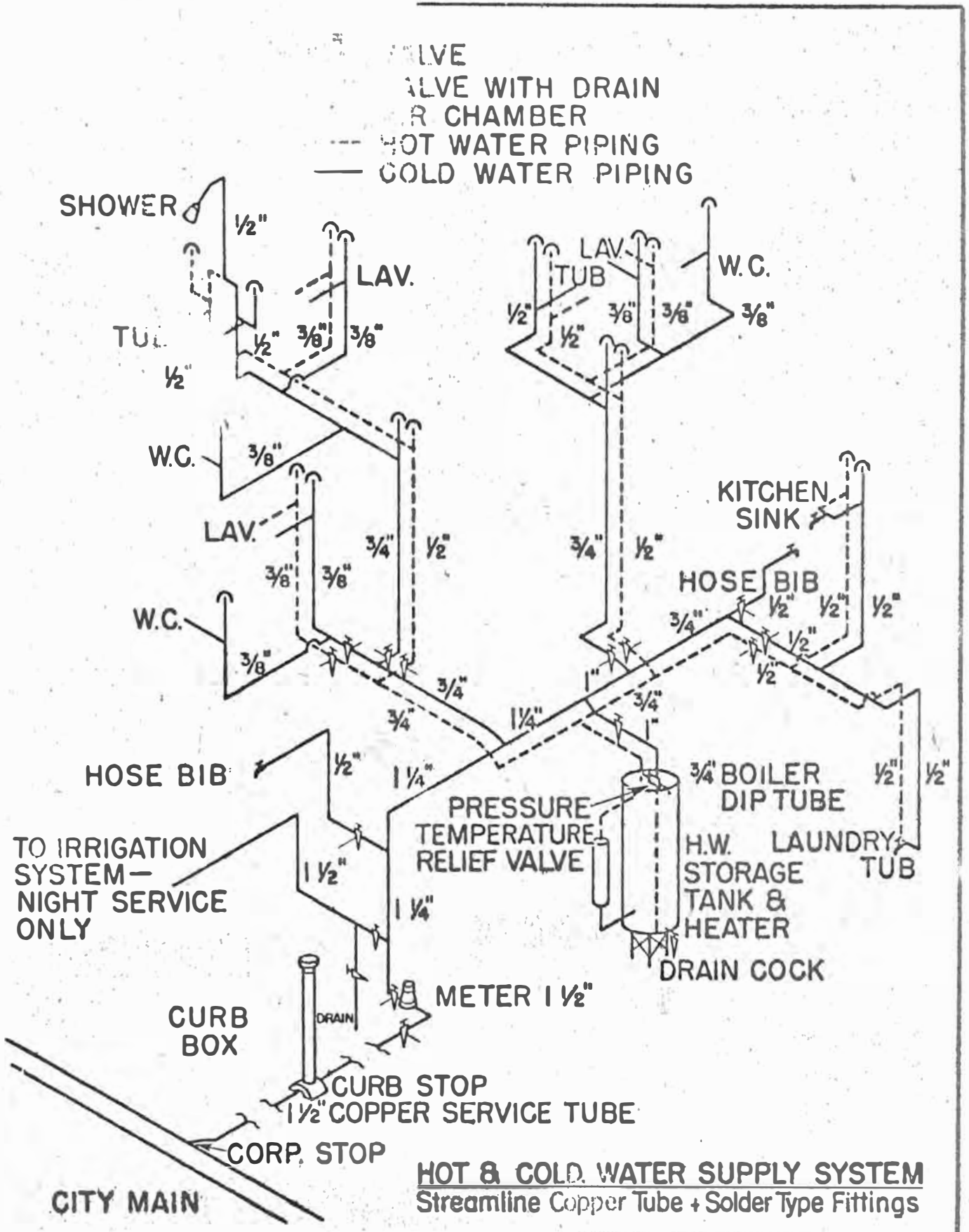
$T_o = 180^\circ F$

$T_i = 140^\circ F$

$\phi = 1''$

Presión de vapor: 100 P.S.I.

**TYPICAL SUPPLY PIPING LAYOUT**



## Hot Water Consumption for Various Types of Buildings G. P. H. Per Fixture

Storage capacity requirements are governed by the type of building in which the heater is installed. Usually, large storage capacity is of material help in reducing the cost of heating water as, during the periods of light demand, water can be heated and held ready for the peak requirements. This means that less boiler capacity is required for furnishing steam than where the storage is small, necessitating a large percentage of water being heated as drawn.

As an illustration: In a Y.M.C.A. there are 20 pool showers. Should these be in operation for 30 minutes, approximately 1000 gallons of hot water will be required. If a storage capacity of only 300 gallons were furnished, 700 gallons of water must then be heated in  $\frac{1}{2}$  hour, or at the rate of 1400 g.p.h. If a storage capacity of 700 gallons were provided, then 300 gallons in  $\frac{1}{2}$  hour, or at the rate of 600 gallons per hour heating capacity, would be required. Thus, by increasing the storage capacity and reducing the hourly heating capacity proportionately, the hourly steam demand has been reduced by over 50%. Of course consideration must also be given to the use of water for lavatories, baths and other uses at the same time the showers are operating to capacity.

GALLONS PER HOUR PER FIXTURE AT 180° F.

	Apt. House	Club	Gym	Hospital	Hotel	Industrial Plant	Office Bldg.	Public Bath	Private Residence	Public School	Private School	Association Bldgs.	Institution
Private Lavatory.....	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Public Lavatory.....	5	8	8	8	8	12	6	15	..	15	10	8	8
Bath Tubs.....	20	20	..	20	20	..	..	50	20	..	40	30	30
Bath Tubs with Shower.....	20	20	..	20	20	..	..	50	20	..	40	30	30
Showers.....	18	100	100	25	18	100	..	125	18	100	100	100	100
Foot Basins.....	3	3	10	3	3	..	..	..	2	..	..	10	..
Kitchen Sinks.....	8	15	..	15	30	..	..	..	8	15	15	15	15
Pantry Sinks.....	5	10	..	10	10	..	..	..	5	..	10	10	10
Diet Kitchen.....	..	..	..	15	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Therap. Baths.....	..	..	..	150	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Laundry Trays.....	25	35	..	35	35	..	..	..	25	..	25	45	35
Slop Sinks.....	10	10	..	10	20	20	20	20	10	20	20	20	20
Dish Washers.....	..	..	..	250 G. P.H.	..	..	..	..	..	..	..	..	..
						for 500 People							
% Storage.....	50	60	60	60	35	60	100	100	100	60	60	50	40
% Heating.....	45	90	90	30	50	40	30	100	30	65	65	60	40

Determine the capacity of fixtures, and apply the "Percentage of Heating Capacity" to obtain the Heating Capacity required. Apply the "Percentage of Storage" to obtain the storage required.

The above capacities are based on tests and experience. They are necessarily subject to some variation as we have found it impossible to set exact capacities for fixtures that will apply to all installations. Therefore Patterson-Kelley engineers will be glad to assist in the selection of the proper heater for any duty.

# THE PATTERSON-KELLEY CO., INC.

## Hot Water Consumption, (Cont'd)

### EXAMPLE OF A 250 ROOM HOTEL

250 Showers.....	at 18 g.p.h.	4500
250 Lavatories.....	at 2 "	500
20 Slop Sinks.....	at 20 "	400
4 Pantry Sinks.....	at 10 "	40
6 Kitchen Sinks.....	at 30 "	180
20 Public Lavatories.....	at 8 "	160
1 Dishwasher.....	at 250 "	250
		6030

Storage 35%.....2110 gallons  
 Heating 50%.....3015 g.p.h.

The nearest sizes to these requirements, are 35-S (60" x 168", 2000 gallon storage) with 17-II (3000 G.P.H. heating) or two 26-S (48" x 144", 1125 gallon storage) each, with 13-II (1500 G.P.H. heating).

### EXAMPLE OF AN 80 FAMILY APARTMENT HOUSE

80 Bath Tubs with Shower....	at 20 g.p.h.	1600
80 Lavatories.....	at 2 "	160
80 Kitchen Sinks.....	at 8 "	640
7 Slop Sinks.....	at 10 "	70
20 Laundry Trays.....	at 25 "	500
		2970

Storage 50%.....1485 gallons  
 Heating 45%.....1336 g.p.h.

The nearest sizes to these requirements are 28-S (48" x 192", 1500 gallon storage) with 12-II (1250 G.P.H. heating); or two 20-S (42" x 120", 720 gallon storage) each, with 9-II (700 G.P.H. heating).

For apartment houses, hotels, etc., we usually recommend the installation of two heaters rather than one. If each of these is capable of carrying at least one half of the load, it will be found that one heater only need be used during periods of light loads.

## Steam Required To Heat Water

To determine the amount of steam per hour required to heat a given quantity of water through any temperature range and with any steam pressure, apply the following formula:

$$\frac{\text{Gallons per Hour} \times 8.33 \times \text{Degrees Rise}}{\text{Latent Heat of Steam}} = \text{Pounds of steam per hour.}$$

Example: Required the amount of steam at 5 lbs. pressure to heat 9,000 G.P.H. from 50° to 160°.

$$\frac{9,000 \times 8.33 \times 110}{960} = 8,593 \text{ lbs. steam per hour.}$$

### Latent Heat Of Steam

Steam Pressure, lbs.....	0	5	10	25	50	75	100
Latent Heat (B.t.u.).....	970	960	952	933	911	893	880

# THE PATTERSON-KELLEY CO., INC.

## CAPACITIES AND WEIGHTS Patterson Hot Water Storage Heaters, Type B with Welded Steel Shells

### STORAGE CAPACITIES

No.	Dimensions in Inches	Storage in Gallons		Approx. Wt. Lbs. (100 lbs. W.P.)	No.	Dimensions in Inches	Storage in Gallons		Approx. Wt. Lbs. (100 lbs. W.P.)
		Nominal	Actual*				Nominal	Actual*	
1 S	24 x 48	94	87	520	20 S	42 x 120	720	670	2000
2 S	24 x 60	118	110	600	21 S	42 x 144	860	810	2300
3 S	24 x 72	141	133	680	22 S	42 x 168	1000	950	2600
4 S	24 x 84	164	156	760	23 S	42 x 192	1155	1090	2900
5 S	30 x 60	180	170	750	24 S	48 x 96	750	680	2100
6 S	30 x 72	215	205	850	25 S	48 x 120	940	865	2475
7 S	30 x 84	255	240	950	26 S	48 x 144	1125	1050	2850
8 S	30 x 96	285	275	1050	27 S	48 x 168	1300	1235	3225
9 S	30 x 120	360	345	1250	28 S	48 x 192	1500	1420	3600
10 S	36 x 72	310	284	1025	29 S	54 x 120	1190	1085	3000
11 S	36 x 84	365	338	1150	30 S	54 x 144	1425	1325	3450
12 S	36 x 96	415	392	1275	31 S	54 x 168	1665	1565	3900
13 S	36 x 108	475	446	1400	32 S	54 x 192	1900	1800	4400
14 S	36 x 120	520	500	1525	33 S	60 x 120	1400	1300	3600
15 S	36 x 144	640	608	1775	34 S	60 x 144	1700	1600	4100
16 S	42 x 72	430	390	1400	35 S	60 x 168	2000	1900	4600
17 S	42 x 84	500	460	1550	36 S	60 x 192	2240	2200	5100
18 S	42 x 96	575	530	1700	37 S	72 x 174	3000	2850	7500
19 S	42 x 108	650	600	1850	38 S	84 x 168	4000	3700	8500

Data on other sizes furnished upon request.

### HEATING CAPACITIES—40° F. to 180° F.—STEAM AT ATMOSPHERIC PRESSURE

No.	Gallons per hour	Approx. Wt. in lbs.	No.	Gallons per hour	Approx. Wt. in lbs.
1 H	100	100	15 H	2000	600
2 H	150	115	16 H	2500	700
3 H	200	125	17 H	3000	800
4 H	250	165	18 H	3500	900
5 H	300	175	19 H	4000	1000
6 H	400	200	20 H	4500	1100
7 H	500	230	21 H	5000	1200
8 H	600	265	22 H	6000	1500
9 H	700	285	23 H	7500	2000
10 H	800	310	24 H	10000	2400
11 H	1000	340	25 H	12500	2800
12 H	1250	375	26 H	15000	3200
13 H	1500	450	27 H	20000	4400
14 H	1750	500	28 H	25000	5500

\* The above list of sizes, with the corresponding "Nominal" storage capacities, has for many years been the standard for tanks and storage water heaters. When first used these capacities were approximately correct, as the heads were then so nearly flat that the cubical content of a tank was practically equal to that of a cylinder of the same dimensions. However, the form of heads has changed until they are now dished on a radius equal to the diameter of the tank so that shells of the same diameter and length now have appreciably less storage capacity than formerly. Therefore a list of "Actual" storage capacities has been added for the information of those who, in specifying Patterson heaters, continue to mention the nominal storage capacities with the dimensions.

To specify Type B Heaters, combine the numbers of the required storage and heating sections. For example, One Patterson Type B Storage Heater No. 22 S with No. 17 H has 1000 gallons nominal storage with 3000 gallons hourly heating capacity.

# REFERENCE TABLES

## For RECO Hot Water Storage Heaters...

**TABLE No. 2**

In selecting the proper heating element, varying steam pressures and temperatures must be considered. This table enables you to determine the square feet of heating surface necessary when steam pressure, temperature ranges and hourly capacity are known.

For example, assuming an hourly water demand of 2500 gals. in a system operating with steam at

25 PSI, for water heated from 40° to 180° F, the conversion factor is seen to be 37. Using the formula below, we get  $2500 \div 37 = 67.5$  sq. ft. of heating surface required. We can then refer to page 13 to select the proper size heating element. (See column 1, Table No. 5. The last group of numbers in unit symbol refers to square footage.)

$$\frac{\text{Total Surface in Sq. Feet}}{\text{Specified Capacity in Gallons Per Hour}} = \frac{\text{Gallons/Hour/Sq. Feet of surface from conversion table}}{\text{Gallons/Hour/Sq. Feet of surface from conversion table}}$$

**TABLE No. 2—Element Design Nominal Capacity Conversion Factor**

St. Press. PSIG Temp. °F	Gallons Of Water Heated Per Hour Per Square Feet Of Heating Surface												
	0	2	5	10	15	20	25	30	40	50	75	100	125
40—140	39	41	45	49	54	58	62	65	69	73	81	88	93
" 150	34	35	39	42	47	51	54	56	61	64	72	78	83
" 160	28	31	33	37	41	45	48	50	54	57	64	70	74
" 170	24	26	28	32	36	39	42	44	48	51	57	63	67
" 180	20	22	24	28	32	35	37	39	43	46	52	57	60
" 190		18	21	24	28	31	33	35	38	41	47	51	55
" 200				21	24	27	29	30	34	37	43	47	50
50—140	43	45	48	53	58	64	67	70	75	79	89	96	102
" 150	36	38	41	45	50	54	58	61	65	69	78	84	90
" 160	30	32	35	39	44	48	50	53	57	61	69	75	79
" 170	25	27	30	34	38	42	45	47	51	54	61	67	71
" 180	21	23	26	30	33	36	39	41	45	48	55	60	64
" 190		10	22	25	29	32	35	37	40	43	49	54	58
" 200				22	25	28	31	32	36	38	44	49	52
60—140	46	48	51	58	64	69	74	77	82	87	98	106	113
" 150	38	41	44	49	54	59	63	66	71	75	85	92	98
" 160	32	34	38	42	46	51	54	57	62	66	74	81	86
" 170	28	28	32	36	40	44	47	50	54	58	65	71	76
" 180	22	24	27	31	35	38	41	44	47	51	58	64	68
" 190		20	23	26	30	33	36	39	42	45	52	57	61
" 200				23	26	29	32	34	37	40	47	51	55
70—140	50	53	58	64	71	77	82	86	92	98	110	119	126
" 150	41	44	48	53	59	64	69	72	78	83	93	102	108
" 160	34	37	40	45	50	55	59	62	67	71	81	88	94
" 170	28	30	34	38	43	47	51	53	58	62	70	77	82
" 180	23	25	28	32	37	41	44	46	51	54	62	68	73
" 190		21	24	27	32	35	38	41	44	48	55	61	65
" 200				24	27	30	34	36	39	42	49	54	58



# ECO Type RV-Vertical Heaters...

## OPERATION . . .

The vertical heater operates on the same principle as the horizontal, but it requires less floor space and less room in front of the steam chamber for removing the heating oil. A typical installation is shown below.

Flowoff is at lowest point in shell. With a steam regulating valve, the stored water can be kept at the desired temperature.

## CAPACITY and DIMENSIONS To Select the correct RECO Vertical Storage Heater . . .

1 Determine the amount of hot water needed per hour and the storage capacity re-

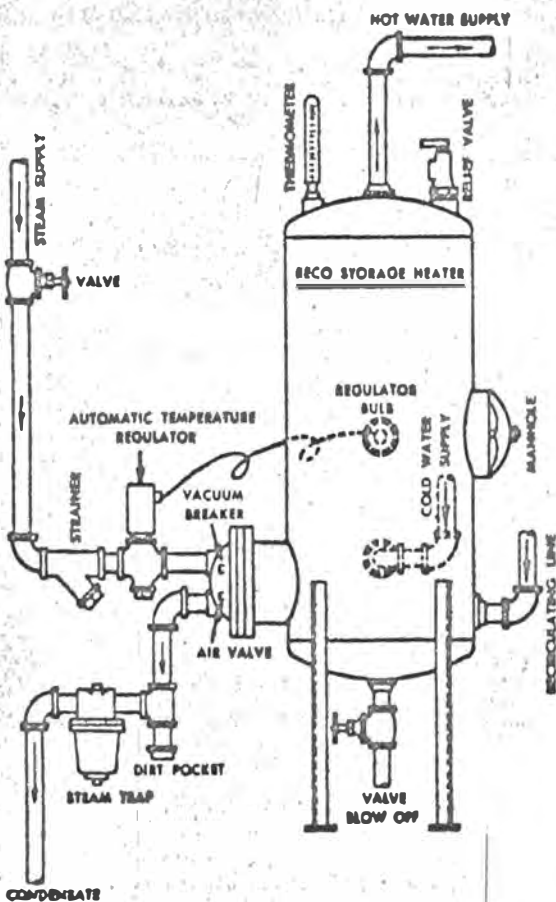
quired. Use Table 1, pg. 6.

2 Select storage tank from dimensions on opposite page to give storage capacity needed.

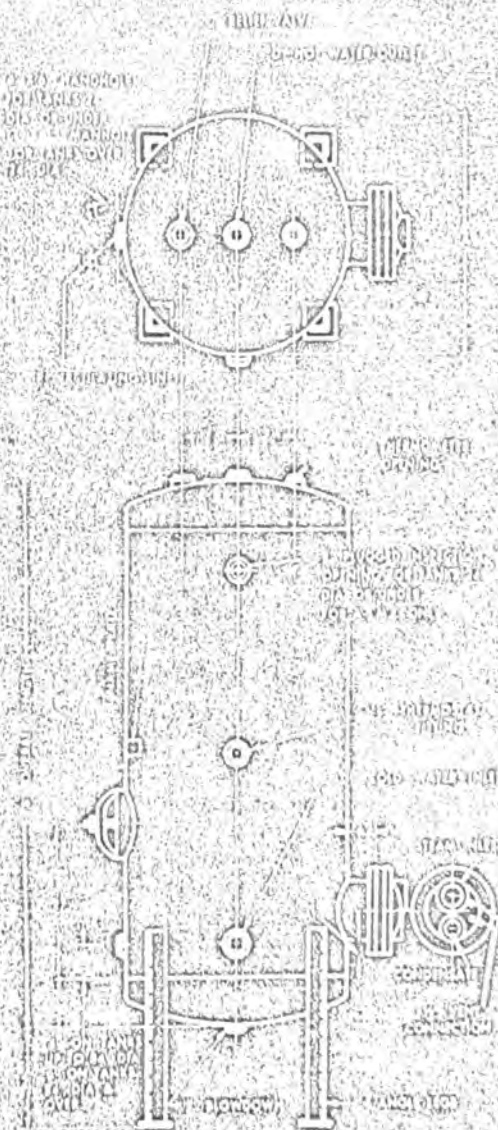
3 Determine square footage of heating surface required to provide the amount of hot water needed. Use formula in Table 2, pg. 7.

4 Select proper element from Table 5, pg. 13. Length of element "L" should be at least  $\frac{3}{4}$  diameter of tank but not to exceed diameter of tank.

Typical Installation - RECO Vertical Storage Type Hot Water Heater



Dimension Diagram - RECO Vertical Storage Type Hot Water Heater







**TABLE No. 4 - Capacity and Dimensions - Vertical Heaters**

Symbol	Nominal Storage Gallons	TANK DIMENSIONS IN INCHES					
		A	B	C	D	E	F
V184	50	18	48	1 1/2	1 1/2	1 1/2	6
V185	65	18	60	1 1/2	1 1/2	1 1/2	6
V186	80	18	72	1 1/2	1 1/2	1 1/2	6
V244	95	24	48	1 1/2	1 1/2	1 1/2	6
V245	118	24	60	1 1/2	1 1/2	1 1/2	6
V246	141	24	72	1 1/2	1 1/2	1 1/2	6
V247	164	24	84	1 1/2	1 1/2	1 1/2	6
V305	188	30	60	1 1/2	2	1 1/2	8
V306	220	30	72	1 1/2	2	1 1/2	8
V307	255	30	84	1 1/2	2	1 1/2	8
V308	290	30	96	1 1/2	2	1 1/2	8
V309	320	30	108	1 1/2	2	1 1/2	8
V3010	360	30	120	1 1/2	2	1 1/2	8
V305	255	30	60	1	2	1 1/2	8
V366	310	36	72	1	2	1 1/2	8
V367	335	36	84	1	2	1 1/2	8
V368	420	36	96	1	2	1 1/2	8
V309	475	36	108	1	2	1 1/2	8
V3610	525	36	120	1	2	1 1/2	8
V3612	640	36	144	1	2	1 1/2	8
V426	480	42	72	1 1/2	3	2	12
V427	500	42	84	1 1/2	3	2	12
V428	575	42	96	1 1/2	3	2	12
V429	650	42	108	1 1/2	3	2	12
V4210	720	42	120	1 1/2	3	2	12
V4211	700	42	132	1 1/2	3	2	12
V4212	800	42	144	1 1/2	3	2	12
V4213	900	42	156	1 1/2	3	2	12
V4214	1000	42	168	1 1/2	3	2	12
V4216	1155	42	192	1 1/2	3	2	12
V489	750	48	96	1 1/2	3	2	12
V489	845	48	108	1 1/2	3	2	12
V4810	930	48	120	1 1/2	3	2	12
V4811	1015	48	132	1 1/2	3	2	12
V4812	1140	48	144	1 1/2	3	2	12
V4813	1225	48	156	1 1/2	3	2	12
V4814	1310	48	168	1 1/2	3	2	12
V4816	1480	48	192	1 1/2	3	2	12
V5110	1100	54	120	1 1/2	4	2	12
V5412	1450	54	144	1 1/2	4	2	12
V5414	1670	54	168	1 1/2	4	2	12
V5416	1890	54	192	1 1/2	4	2	12
V5418	2130	54	216	1 1/2	4	2	12
V6010	1420	60	120	1 1/2	4	3	12
V6012	1710	60	144	1 1/2	4	3	12
V6014	2000	60	168	1 1/2	4	3	12
V6016	2300	60	192	1 1/2	4	3	12
V6018	2600	60	216	1 1/2	4	3	12
V7212	2200	72	144	1 1/2	4	3	12
V7214	2400	72	168	1 1/2	4	3	12
V7216	3300	72	192	1 1/2	4	3	12
V8414	4000	84	168	2	6	4	12
V8416	4600	84	192	2	6	4	12
V8418	5100	84	216	2	6	4	12
V8420	5700	84	240	2	6	4	12
V9818	6700	96	216	2	6	4	12
V9820	7500	96	240	2	6	4	12
V9822	8200	96	264	2	6	4	12
V10322	10400	108	264	2	6	4	12
V10924	11400	108	288	2	6	4	12
V10826	12300	108	312	2	6	4	12

# Table No. 5

## Capacity and Dimensions Standard Heating Elements...

RECO standard heating elements dimensions are given in the table on this page. Sizes listed are those most commonly encountered but intermediate or larger sizes can be furnished.

### Section . . .

The symbol used indicates the type of tube, the element neck inside diameter and the square footage of heating surface. Example: U-5-2 indicates U-Bend tubes, 5" neck diameter and 2 sq. feet of surface.

Once the required tank size has been determined, the heating element may be selected as follows:

1 Determine the amount of hot water required per hour. Table No. 1, pg. 6.

2 Determine square footage of heating surface required. Table No. 2, pg. 7.

3 Select element from chart at right. For RH units, the length of element, "L," should be approximately 3/4 of length of tank but not to exceed tank length less 12". For vertical tanks, it should not exceed the diameter of the tank.



Sym.	3/4"		Steam Head 2 Pass			Water Head 2 Pass			Max. Steam Load In Thousand Btu Per Hr					
	Tube	Tube	K Inlet	V Outlet	1/4" Vent	K Inlet	V Outlet	1/4" Vent	0	5	10	15	25	100
U3 1/2	Yes	No	1 1/4"	3/4"	Yes	1 1/4"	1 1/4"	No	181	238	292	342	445	1120
U4	Yes	No	1 1/4"	1"	Yes	1 1/4"	1 1/4"	No	181	238	292	342	445	1120
U5	Yes	Yes	2"	1 1/2"	Yes	2"	2"	No	405	535	654	768	995	2510
U6	Yes	No	2"	1 1/2"	Yes	2 1/2"	2 1/2"	No	405	535	654	768	995	2510
U8	Yes	Yes	3"	2"	Yes	3"	3"	No	894	1180	1440	1690	2200	5550
U10	Yes	Yes	4"	2"	Yes	4"	4"	No	1540	2035	2480	2920	3780	9550
U12	Yes	Yes	4"	3"	Yes	5"	5"	No	1540	2035	2480	2920	3780	9550
U14	Yes	Yes	4"	3"	Yes	6"	6"	No	1540	2035	2480	2920	3780	9550
U16	Yes	Yes	6"	4"	Yes	6"	6"	No	3500	4600	5640	6625	8580	21600
U18	Yes	Yes	6"	4"	Yes	8"	8"	No	3500	4600	5640	6625	8580	21600

Note 1 Btu load based on steam flow of 8000 ft. /min. with saturated steam at the Steam Chamber at the listed pressure.

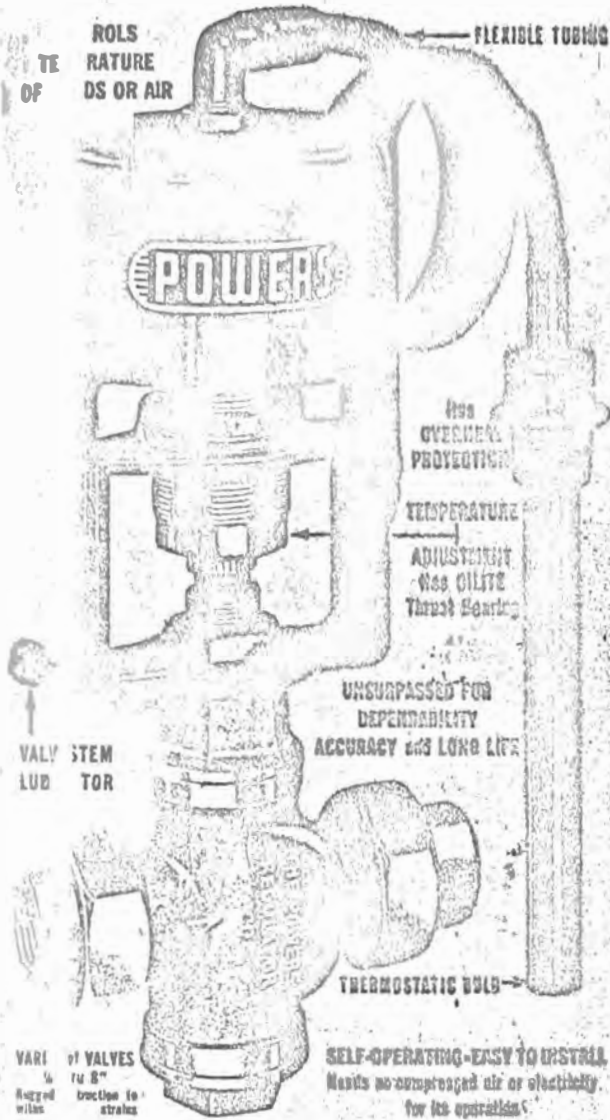
Note 2 Multi-pass heads can be furnished however "K" & "V" will be less than those listed.

### LENGTH OF ELEMENT BASED ON SQ. FT. OF HEATING SURFACE AND ELEMENT NECK DIAMETER

Heating Surface	Diameter of Element																	
	U 3 1/2		U 5		U 6		U 8		U 10		U 12		U 14		U 16		U 18	
	1 1/4"	3/4"	1 1/4"	3/4"	1 1/4"	3/4"	1 1/4"	3/4"	1 1/4"	3/4"	1 1/4"	3/4"	1 1/4"	3/4"	1 1/4"	3/4"	1 1/4"	3/4"
*	3	3	7.9	13	5.7	24	11	41	18	59	28	82	36	112	47	143		
2	22	14	12															
3	32	20	16															
4	42	28	20															
5	52	32	25			19												
6	62	38	29			23												
7		45	34		15	27												
8		51	31		18	30												
9		57	34		20	34												
10		63	38		22	37	16											
12		75	44		27	44	18											
14		87	51		31	50	20											
15		93	55		33	40	21	26										
16		100	58		36	45	22	29										
18		112	65		40	49	24	31										
20		124	72		44	53	26	34	21									
25		136	89		56	67	32	42	22	26								
30		149	106		67	80	38	51	26	32								
40		161	123		89	93	51	67	34	42								
50					111	32	66	84	41	52	35							
60					133	58	82	101	49	62	41							
70					155		94	117	56	72	39	47						
80							106	134	64	82	44	54	34	41				
90							118	151	71	93	49	60	37	46				
100							130	168	78	103	54	67	41	51				
120								92	123	65	80	48	62	36	49			
140								144	75	93	56	72	42	57				
160								164	85	106	63	82	47	65	32			
180								96	119	71	92	53	72	36				
200									106	132	78	102	58	80	40			
220										146	85	113	63	88	45			
240										159	93	123	69	96	49			
260											100	133	74	104	53			
280											108	143	80	111	57			
300											115	153	85	119	61			
325													91	129	67			
360													99	139	72			
375													105	148	77			
400													112	158	82			
450													125		93			
500														139	103			
550														152	114			
600															124			
700																145		

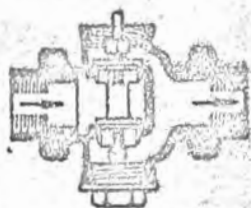
\* Number of "U" tubes in two pass unit.

Note: Bold numbers are for 1 1/4" - 16 GA Copper Tubes  
Light numbers are for 3/4" - 16 GA Copper Tubes  
Interpolation is permissible for intermediate sizes.



**SINGLE SEAT AND BALANCED VALVES FOR STEAM AND WATER**

Single body, less at  
 as 1/4" thru 1 1/2"  
 at Valve with bronze  
 ble unions, and stain-  
 poppet and seat.



Size 1/2" to 2" incl.  
 Balanced Valve with bronze body  
 and double unions. Bronze poppet  
 and seats or stainless steel poppet  
 and seats.

Size 2 1/2" to 8" incl.  
 Balad Valve with 125 lb.  
 flang iron body. Bronze poppet  
 and or stainless steel poppet

To insure many years  
 of dependable control  
 all valves are carefully  
 machined and tested  
 for leakage. In addition  
 all regulators are  
 checked under operating  
 conditions before  
 shipment.



**No. 11 REGULATORS**

**-TYPICAL USES-**

**WATER HEATERS • HOT WATER LINE CONTROL**

Sprinkler Tank and Swimming Pool Heaters  
 Fuel and Crude Oil Heaters and Treaters

Jacket Water Cooling for Compressors, Diesel and Gas  
 Engines; Cooling of Drinking Water and Transformers

**INDUSTRIAL PROCESSES**—Vats, Tanks, Dryers, Kettles,  
 Pasteurizers for fruit juices and honey, Stillls, Bottle and  
 Can Washers, Plating Machines, Metal Parts Washers  
 and Degreasers, Sausage Cooking Cabinets, Small Smoke  
 Houses, Drying and Storage Rooms, Dough Rooms and  
 Proof Boxes, Molasses Heaters, Poultry Processing  
 Equipment, Dry Cleaning Machines, Lubricating Oil  
 Conditioners, Log Steaming Boxes etc.

**KITCHEN EQUIPMENT**—Dish Washers, Steam Tables,  
 Cooking Kettles and Coffee Urns.

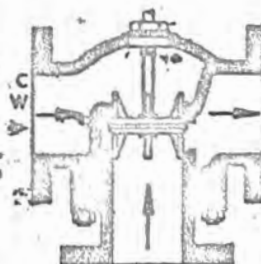
In these regulators are incorporated the knowledge and  
 experience gained in over 55 years of automatic tempera-  
 ture control. Because of their simplicity and dependability,  
 they are widely used for many types of industrial equip-  
 ment, water heaters, and processes requiring control at a  
 constant temperature. To select proper size regulator  
 see page 6. Operating pressures, dimensions and shipping  
 weights shown on pages 4 and 5.

**THREE-WAY VALVES FOR MIXING  
 HOT AND COLD WATER**



Size 1/2" to 2" incl.  
 3-Way Valve with screwed  
 bronze body, bronze seats  
 and composition discs.

Size 2 1/2", 3" and 4"  
 3-Way Valve with 125 lb.  
 flanged iron body, bronze  
 poppet and seats.



CW = Cold Water Inlet  
 HW = Hot Water Inlet

HW

# HOW TO SELECT PROPER SIZE No. 11 REGULATOR

1. Finding water with steam quantity of water, temperature rise and steam pressure are known. Use tables "A" and "B". For Fuel Oil divisors shown in Table "A" by 2.
2. Finding water with steam quantity of steam required and steam pressure are known. Use table "B".
3. Finding water flow and allowable pressure differential known. Use table "C".

TABLE "A"

Degree F. Rise	GALLONS OF WATER PER HOUR																			Degree F. Rise
	50	75	100	150	200	300	400	500	750	1000	1500	2000	3000	4000	5000	7500	10,000	15,000	20,000	
10					17	25	33	42	63	83	120	167	250	330	420	630	830	1200	1700	18
20				25	33	50	67	83	120	167	250	330	500	670	830	1200	1670	2500	3300	28
30			25	37	50	70	100	120	190	250	370	500	700	1000	1200	1900	2500	3700	5000	38
40		25	33	50	66	100	130	170	250	330	500	660	1000	1330	1700	2500	3300	5000	6600	48
50	21	31	42	63	84	125	170	210	310	420	630	840	1250	1680	2100	3100	4200	6300	8400	58
60	25	37	50	75	100	150	200	250	370	500	750	1000	1500	2000	2500	3700	5000	7500	10000	68
80	33	50	67	100	130	200	270	330	500	670	1000	1340	2000	2700	3300	5000	6700	10000	13400	88
100	42	63	83	120	170	250	330	420	630	830	1200	1700	2500	3300	4200	6300	8300	12000	17000	108
120	50	75	100	150	200	300	400	500	750	1000	1500	2000	3000	4000	5000	7500	10000	15000	20000	128
140	58	88	117	175	230	350	470	580	880	1170	1750	2340	3500	4700	5800	8800	11700	17500	23400	148
160	66	100	133	200	270	400	530	660	1000	1330	2000	2700	4000	5300	6600	10000	13300	20000	27000	168

**EXAMPLE No. 1.** What size valve is necessary to heat 500 gallons of water per hour from initial temperature of 60°F. to final temperature of 160°F. (100 degree temperature rise) with steam at 10 lbs. pressure?  
 Table "A"—500 gal/hr  
 temperature rise = Factor 420. From Table "B"—Factor 420—steam pressure = 1" balanced valve or 1" single seat valve.

**EXAMPLE No. 2.** What size valve is necessary to pass 400 lbs of steam per hour at 20 lbs. pressure?

or shown in table "B" is steam flow in lbs. per hour. From table "B"—steam 20 lbs.—factor 1/2" balanced or 3/4" single seat valve.

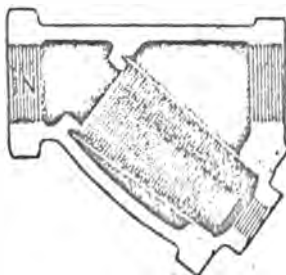
**EXAMPLE No. 3.** What size valve is necessary to pass 30 gallons of water per minute with a 4 lb. per sq. in. pressure differential across the valve?  
 Factor in table "C" is water flow in gallons per minute. From table "C"—4 lb. differential—factor 30 = 1 1/4" balanced or 1 1/2" single seat or 3-way valve.

TABLE "B"

Steam Pressure Lbs.	REGULATOR SIZES—INCHES																Steam Pressure Lbs.		
	DOUBLE SEATED BALANCED VALVES								SINGLE SEAT VALVES										
	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6	8	1 1/2	2	3	4		5	
0	50	90	160	255	370	690	1000	1400	2500	4100	6300	8500	20	50	90	180	255	330	0
1	55	110	195	310	460	850	1250	1700	3000	5000	7500	10000	25	55	110	210	310	400	1
2	70	140	250	400	600	1100	1600	2200	3900	6500	10000	13000	33	70	140	270	400	510	2
3	80	160	280	450	650	1200	1800	2400	4300	7200	11000	14000	36	80	160	300	450	590	3
5	100	200	350	550	840	1540	2200	3000	5500	9100	14000	18000	45	100	200	380	550	710	5
10	150	300	550	850	1250	2300	3400	4600	8500	14000	22000	28000	70	150	300	600	850	1100	10
15	180	375	650	1000	1500	2800	4100	5800	10000	17000	26000	34000	85	180	375	700	1000	1300	15
20	210	430	750	1200	1750	3200	4800	6500	11500	20000	30000	40000	100	210	430	840	1200	1500	20
30	260	550	950	1500	2200	4000	6100	8500	15000	25000	38000	50000	120	260	550	1050	1500	2000	30
40	325	660	1200	1800	2700	5000	7500	10000	18000	30000	46000	62000	150	325	660	1300	1800	2400	40
50	400	800	1400	2200	3200	6000	9000	12000	22000	35000	55000	74000	180	400	800	1500	2200	2800	50
75	530	1100	1850	3000	4300	8000	12000	17000	30000	50000	75000		240	530	1100	2000	3000	3800	75
100	650	1350	2300	3600	5500	10000	15000	20400	36000				300	650	1350	2600	3600	4800	100

TABLE "C"—GALLONS OF WATER PER MINUTE

Pressure Differential Lb. Sq. In.	VALVE SIZE																					
	DOUBLE SEAT BALANCED								SINGLE SEAT & 3 WAY				3 WAY ONLY									
	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6	8	1 1/2 & 3/4	2	3	4						
1	3.4	6.0	9	18	24	45	77	103	190	290	420	610	1.7	3.4	6.0	13	18	22	45	77	103	190
2	4.7	8.3	12	25	34	62	110	142	260	410	590	860	2.3	4.7	8.3	18	25	31	62	110	142	260
4	6.5	11.5	17	35	46	86	150	200	380	570	820	1200	3.2	6.5	11.5	25	35	43	86	150	200	380
10	10	18	28	55	73	135	240	310	590	910	1300	1900	5	10	18	38	55	67	135	240	310	590
20	15	26	38	75	100	190	340	440	810	1300	1800	2600	7	15	26	55	75	92	190	340	440	810
40	20	36	54	110	140	260	470	610	1200	1800	2500	3700	10	20	36	75	110	130	260	470	610	1200
60	25	44	65	130	175	330	570	750	1400	2200	3000	4500	12	25	44	90	130	160	330	570	750	1400

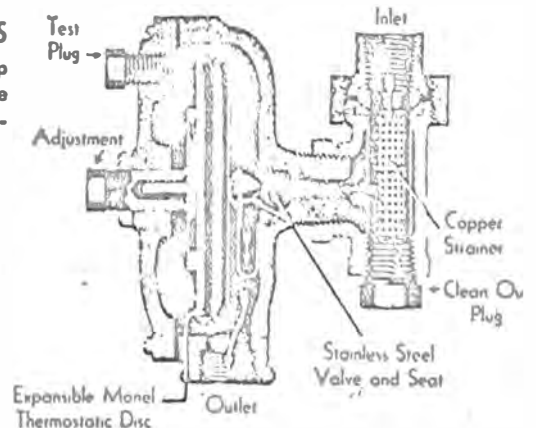


**POWERS Self-Cleaning STRAINERS**  
 For steam, air, water, oil or gas. Available in high tensile iron bodies. Sizes 1/4" through 3". Has renewable, non-collapsible bronze screen and plug.

## IMPORTANT INSTALLATION ACCESSORIES

To prolong the life of a regulator and help prevent interruptions of service the steam line should be well trapped and a strainer installed ahead of the control valve.

**POWERS High Pressure STEAM TRAPS**—Made in 1/2 and 3/4 sizes. Often replace traps twice their size. They are outstanding for BIG CAPACITY and SMALL SIZE—Can be held in the palm of your hand. Thermostatic discs are guaranteed for pressures up to 125 lbs. LONG LIFE assured stainless steel valve and seat.



UNIDADES DE GASTO PARA EL CALCULO DE LAS TUBERIAS DE DISTRIBUCION  
DE AGUA CALIENTE

TABLA N° 14

APARATO	UH	lt/seg.	GPM
Tina	3	0.12	1.90
Lavadero	4.50	0.14	2.22
Ropa			
Ducha	3	0.12	1.90
Lavadero			
Cocina	3	0.12	1.90
Lavadero			
Repostería	2	0.08	1.27
Máquina de lavar			
platos	3	0.12	
Lavatorio	1.50	0.06	0.95
Botadero	2.00	0.08	1.27

APARATOS PUBLICOS

TABLA N° 15

APARATO	U.H.	lt/seg.	G.P.M.
<i>Tina</i>	1.50	0.06	0.95
<i>Lavadero</i>			
<i>ropa</i>	2.00	0.08	1.27
<i>Bidet</i>	0.75	0.03	0.48
<i>Ducha</i>	1.50	0.06	0.95
<i>Lavadero</i>			
<i>cocina</i>	2.00	0.08	1.27
<i>Lavadero</i>			
<i>repostero</i>	2.00	0.08	1.27
<i>Máquina</i>			
<i>Lavaplatos</i>	2.00	0.08	1.27
<i>Lavaotorio</i>	0.75	0.03	0.48
<i>Lavadero</i>			
<i>ropa</i>	3.00	0.12	1.90

APARATOS PRIVADOS

EQUIPOS ESPECIALES

EQUIPO DENTISTA

$$Q = 0.20 \text{ l.p.s.} = 3.17 \text{ G.P.M.}$$

BAÑO DE BRAZOS Y PIERNAS Y INFANTES

$$1.5 \text{ U.H.} = 0.06 \text{ l.p.s.} = 0.95 \text{ G.P.M.}$$

DUCHAS ESPECIALES

$$2.0 \text{ U.H.} + 2.5 \text{ U.H.} = 0.195 \text{ l.p.s.} = 3.09 \text{ G.P.M.}$$

BAÑO DE ASIENTO

$$1.0 \text{ U.H.} = 0.04 \text{ l.p.s.} = 0.63 \text{ G.P.M.}$$

TINA HIDROTERAPIA

$$3 \text{ U.H.} = 0.12 \text{ l.p.s.} = 1.90 \text{ G.P.M.}$$

LAVACHATAS

$$2 \text{ U.H.} = 0.08 \text{ l.p.s.} = 1.27 \text{ G.P.M.}$$

T A B L A N°16

$\emptyset$	N° de unidades Hunter		Gasto	Velocidad	S	Tipo
Pulg	Tanque	Válvula	l.p.s.	mt/seg	mt/mt	
1/2"	7	-	0.28	1.90	0.40	k
1/2"	7	-	0.27	1.90	0.38	L
1/2"	8	-	0.30	1.90	0.35	M
3/4"	23	-	0.60	2.20	0.36	K
3/4"	27	-	0.70	2.20	0.34	L
3/4"	33	-	0.80	2.20	0.30	M
1"	74	23	1.40	2.48	0.29	K
1 1/4"	167	67	2.20	2.85	0.26	K
1 1/2"	327	218	3.50	3.05	0.23	K
2"	750	671	6.20	3.05	0.16	K
2 1/2"	1312	1312	9.20	3.05	0.14	K
3"	2200	2200	13.00	3.05	0.10	K
4"	3168	3168	17.00	3.05	0.07	K

MAXIMO N° DE UNIDADES HUNTER PARA TUBERIAS DE COBRE EN FUNCION DE LAS VELOCIDADES MAXIMAS.



T A B L A N°17

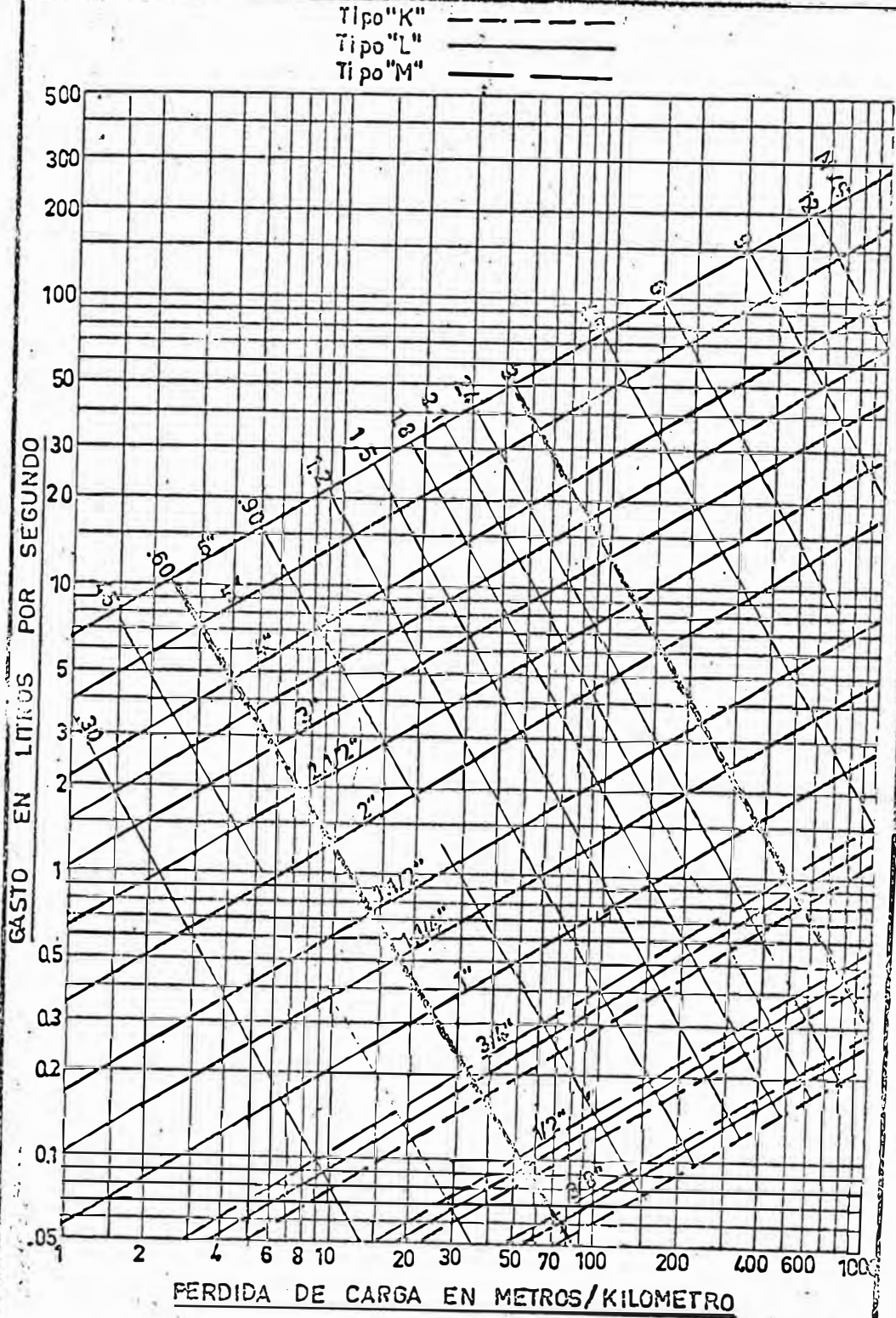
Ø	N° de Unidades Hunter		Gasto L.p.s.	Velocidad mt/seg	S mt/mt	Tipo
	Tanque	Válvula				
1/2"	2.25	-	0.090	0.60	0.060	K
1/2"	2.4	-	0.097	0.60	0.056	L
1/2"	2.5	-	0.101	0.60	0.052	M
3/4"	4.5	-	0.180	0.60	0.038	K
3/4"	4.75	-	0.190	0.60	0.035	L
3/4"	5.00	-	0.210	0.60	0.032	M
1"	9.00	-	0.320	0.60	0.025	K
1 1/4"	18.00	-	0.500	0.60	0.018	K
1 1/2"	29.00	-	0.720	0.60	0.014	K
2"	85.00	28.00	1.500	0.60	0.010	K
2 1/2"	128.00	47.00	1.9	0.60	0.075	K
3"	248.00	130.00	2.8	0.60	0.058	K
4"	484.00	390.00	4.6	0.60	0.040	K

MINIMO N° de UNIDADES HUNTER PARA TURBIAS DE COBRE EN FUNCIÓN  
DE LA VELOCIDAD MINIMA

# ABACO Nº 18

105-

## Abaco para Cálculo de Tuberías de Cobre



DISEÑO DE LOS BAÑOS- PRESION DE ENTREGA DE LOS ALIMENTADORES

El cálculo de las tuberías de distribución dentro de los baños los haré basándome en el método de las Unidades HUNTER y de los Gastos probables, similares al cálculo realizado en el capítulo VIII para el agua fría.

El dimensionamiento lo presento en las páginas siguientes en cuadros adjuntos a los esquemas isométricos de cada baño, en los cuales presento la numeración del tramo, el número de Unidades Hunter acumuladas, el gasto probable, el diámetro seleccionado con ayuda de la Tabla N° 16 y 17 y del Abaco N° 18 del cual obtenemos los valores de "S" y "V" (mt/seg) que también se presentan en los cuadros. Con los valores de "S" y "L" (longitud en mts), se calcula la pérdida de carga desde el punto de entrega del alimentador hasta el aparato de ubicación más probable, lo cual se puede apreciar en el cuadro tipo "A" modificado

Si al valor obtenido en el paso anterior, le agregamos la diferencia de alturas (por elevar) desde el punto de entrega hasta el aparato más desfavorable y le añadimos además la presión de salida para su normal funcionamiento, obtendremos la Presión de Entrega del alimentador en cada caso.

### RED GENERAL DE AGUA CALIENTE DISEÑO

En el presente proyecto he elegido un sistema de distribución ascendente con tuberías de retorno de agua caliente.

En el sistema de circulación forzado utilizaré una bomba de circulación adecuada para cada anillo de alimentación;

La presión para el sistema de agua caliente será proporcionada por un equipo hidroneumático como lo he expuesto en el capítulo IV.

Todas las tuberías de agua caliente (distribución, alimentación, retorno) serán de cobre y llevarán aislamiento térmico (esto se encuentra más explícito en especificaciones técnicas, capítulo XIII).

### CALCULO DE LAS TUBERIAS DE ALIMENTACION DE AGUA

#### CALIENTE

Para el cálculo de las tuberías de alimentación de agua caliente, he utilizado el método de las unidades Hunter, tal como lo utilice para el cálculo de las tuberías de agua fría.

Para esta parte del diseño utilizaré un cuadro Tipo B en el cual, colocaré los cálculos presentándolos en 20 columnas

(en las cuales está dividido el cuadro antes mencionado) las servirán para colocar:

- 1.- El tramo correspondiente
- 2.- Unidades Hunter parciales
- 3.- Unidades Hunter Acumuladas
- 4.- Gasto requerido por las unidades Hunter
- 5.- Caudal continuo parcial
- 6.- Caudal de diseño
- 7.- Caudal continuo acumulado
- 8.- Diámetro de la tubería calculada
- 9.- Velocidad en m/seg.
- 10.- La gradiente hidráulica en mt/mt
- 11.- La longitud del tramo
- 12- Longitud equivalente de accesorios
- 13- Longitud equivalente total
- 14- Pérdida de carga
- 15- Desnivel entre dos puntos
- 16- Presión en el punto inicial o aporte a el inicio de un tramo
- 17- Presión en el punto final de el tramo
- 18- Presión mínima dada por el tanque neumático para el nudo ubicado en el asillero N°20.

19- Presión máxima dada por el tanque neumático para el nudo ubicado en el casillero

Nº 20

20- En dicho casillero se coloca el nudo que se analiza

#### PROCEDIMIENTO DE CALCULO

Para el dimensionamiento de las tuberías una vez obtenidos los valores de los gastos probables se seguirán los siguientes pasos:

- 1.- Con los valores de los gastos probables se entra en la Tabla Nº 16 y 17 estableciendo el diámetro mínimo para cada tramo en función de las velocidades máximas, mediante este primer dimensionamiento y con los valores de los gastos determinaremos los valores de "s" y "v" (m/seg) del Abaco Nº 18
- 2.- Con los valores calculados anteriormente, obtenemos la pérdida de carga para cada tramo.
- 3.- Una vez realizado los cálculos en esta forma confecciono los

Respectivo para cada anillo.

4.- Determinación del Equipo Neumático de acuerdo a las condiciones requeridas (Ver gráfico adjunto)

$$M.D.S. = 389.75 \text{ U.H.} + 1.00 \text{ l.p.s.}$$

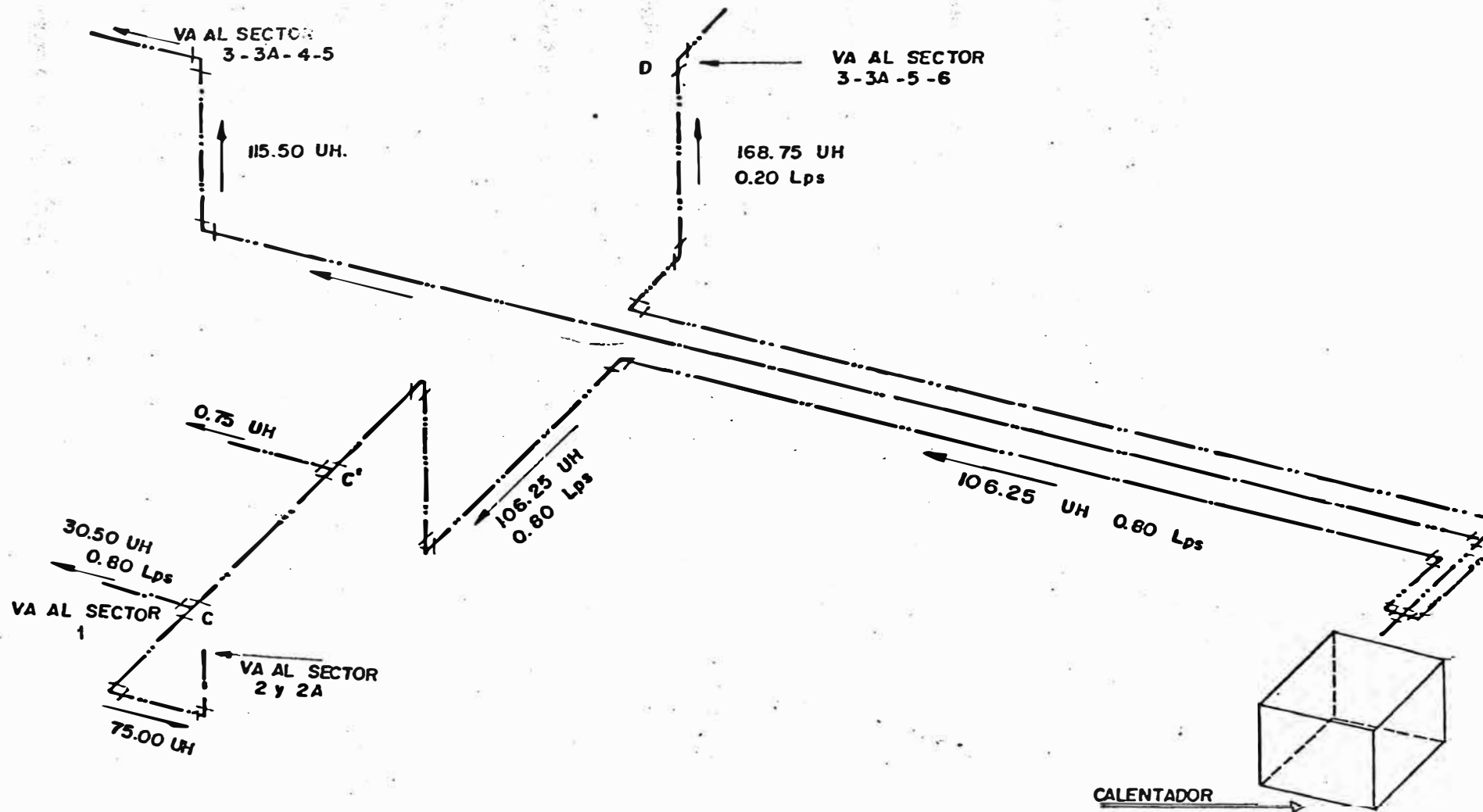
$$M.D.S. = 3.82 \text{ l.p.s.} + 1.00 \text{ l.p.s.}$$

$$Q_{\text{max}} = M.D.S. = 4.82 \text{ l.p.s.}$$

#### DETERMINACION DE EL PUNTO MAS DESFAVORABLE

Despues de hacer un análisis de las presiones requeridas por los 3 anillos de alimentación de agua se puede concluir lo siguiente:

ANILLO	SECTORES	PRESION REQUERIDA A LA SALIDA DE EL CALENTADOR
1	1	27.045 mt.
1	2 - 2A	24.95 mt
2	3 - 3A - 4- 5	27.67 mt
3	3 - 3A - 5 - 6	17.21 mt



M.D.S = 389.75 + 100 Lps



Por lo que de este cuadro se puede concluir que el punto mas desfavorable esta en anillo N°2 y en el nudo 40 de este, requiriendo una presión de 27.67 mt. a la salida de el calentador

La pérdida de carga generada por el calentador indirecto es de 10 mt. de agua ( 14.22 lb/pulg<sup>2</sup>).

Por lo tanto la presión requerida por el tanque Hidroneumático será de: 27.67 mt + 10.00 mt.

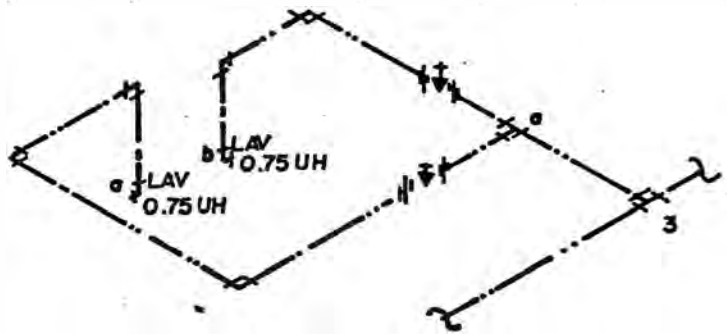
$$\underline{P_{\min} = 37.67 \text{ mt}}$$

Para la determinación de el tanque hidroneumático se plantea el rango de presiones siguientes:

$$\begin{aligned} \text{Presión de arranque:} & \quad 4.00 \text{ kg/cm}^2 \\ & = 57. \text{ lb/pulg}^2 \\ & = 40.00 \text{ mt.} \end{aligned}$$

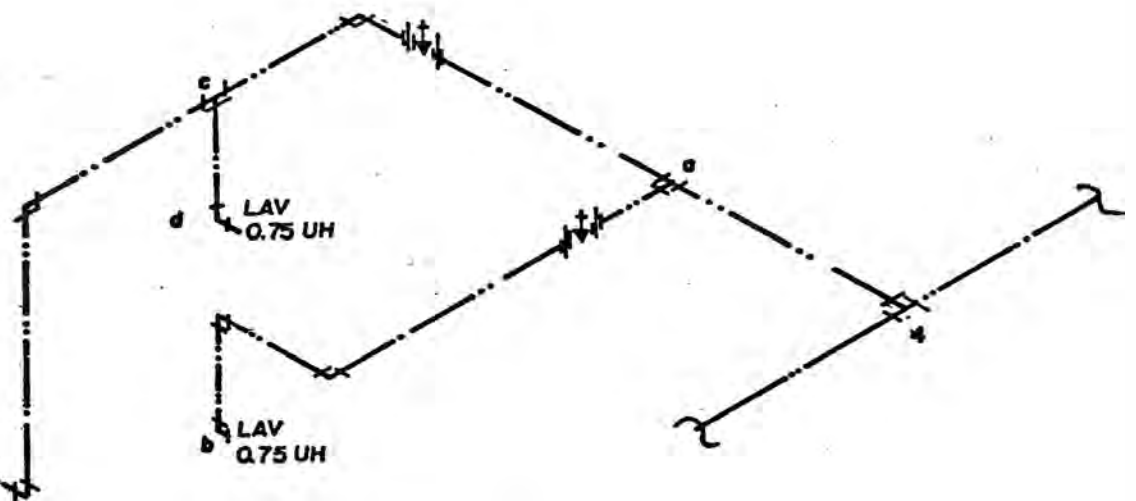
$$\begin{aligned} \text{Presión de parada} & = 5.00 \text{ kg/cm}^2 \\ & = 71.00 \text{ lb/pulg}^2 \\ & = 50.00 \text{ mt.} \end{aligned}$$



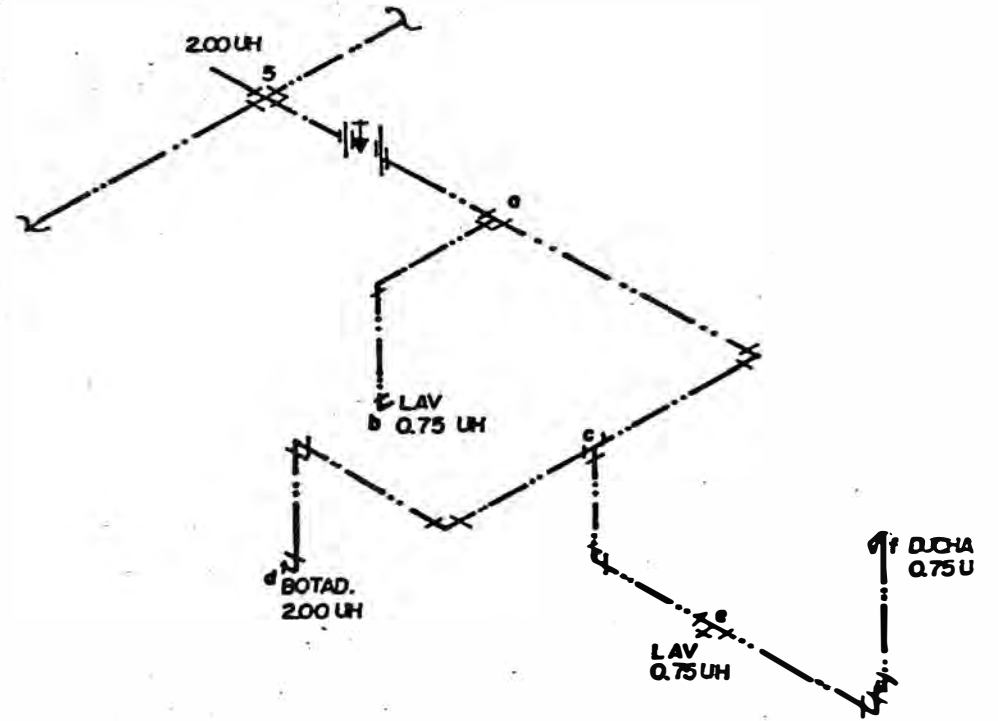
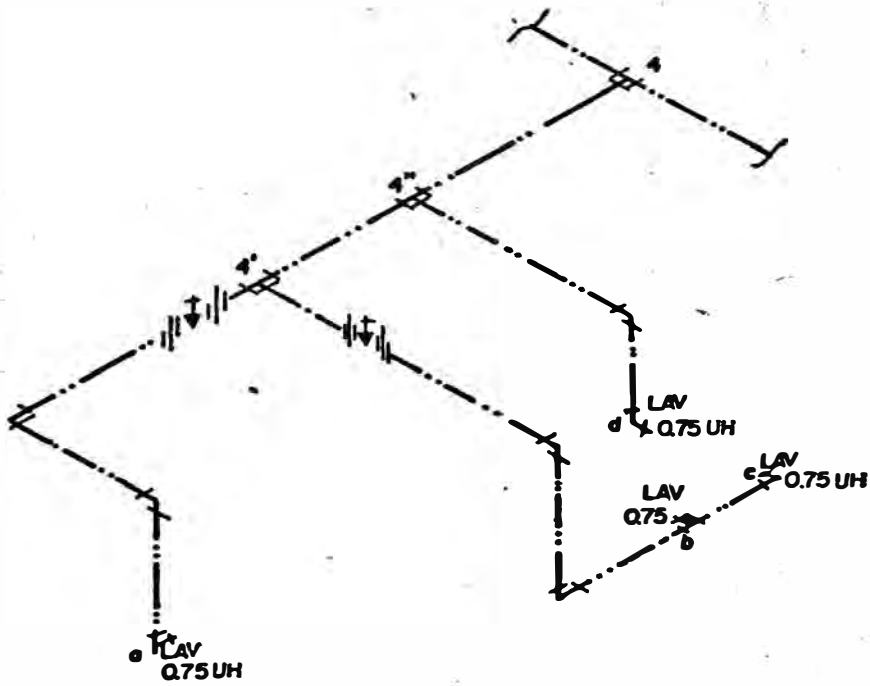


0.20 Lps

e

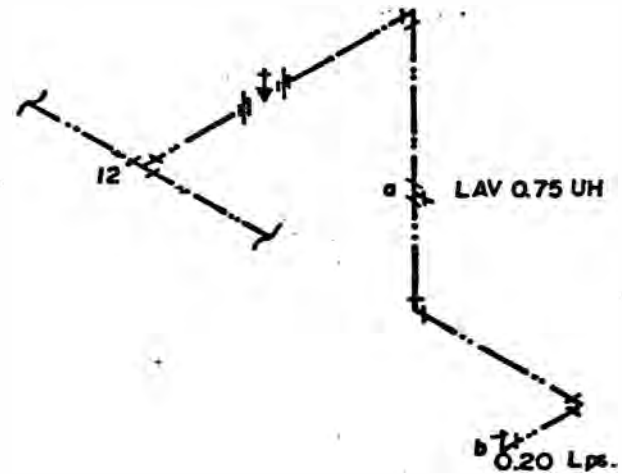
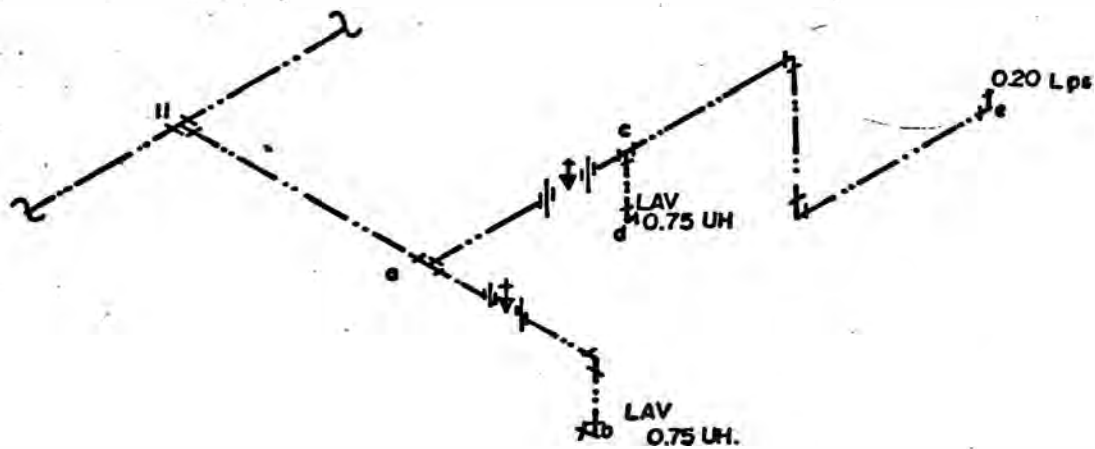


TRAMO	c - a	b - a	a - 3		e - e	d - c	c - a	b - a	a - 4
UH	0.75	0.75	1.50		-	0.75	0.75	0.75	1.50
Q	0.03	0.03	0.06		0.20	0.03	0.23	0.03	0.26
Ø	1/2"	1/2"	1/2"		1/2"	1/2"	3/4"	1/2"	3/4"

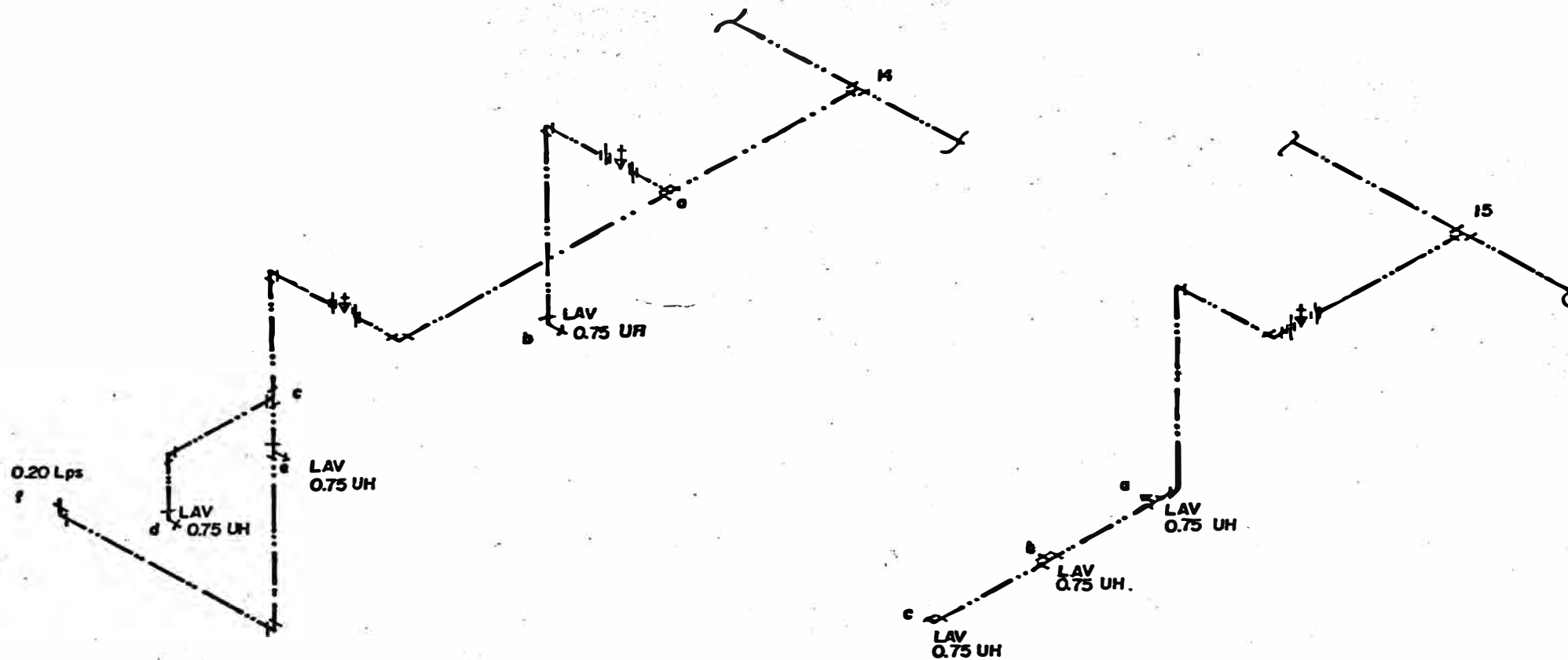


TRAMO	a - 4	c - b	b - 4	4" - 4"	d - 4"	4" - 4'	s - e	e - c	d - c	c - a	b - a	a - 5
UH	0.75	0.75	1.50	2.25	0.75	3.00	0.75	1.50	2.00	3.50	0.75	4.25
Q	0.03	0.03	0.06	0.09	0.03	0.12	0.03	0.06	0.08	0.14	0.03	0.12
Ø	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"

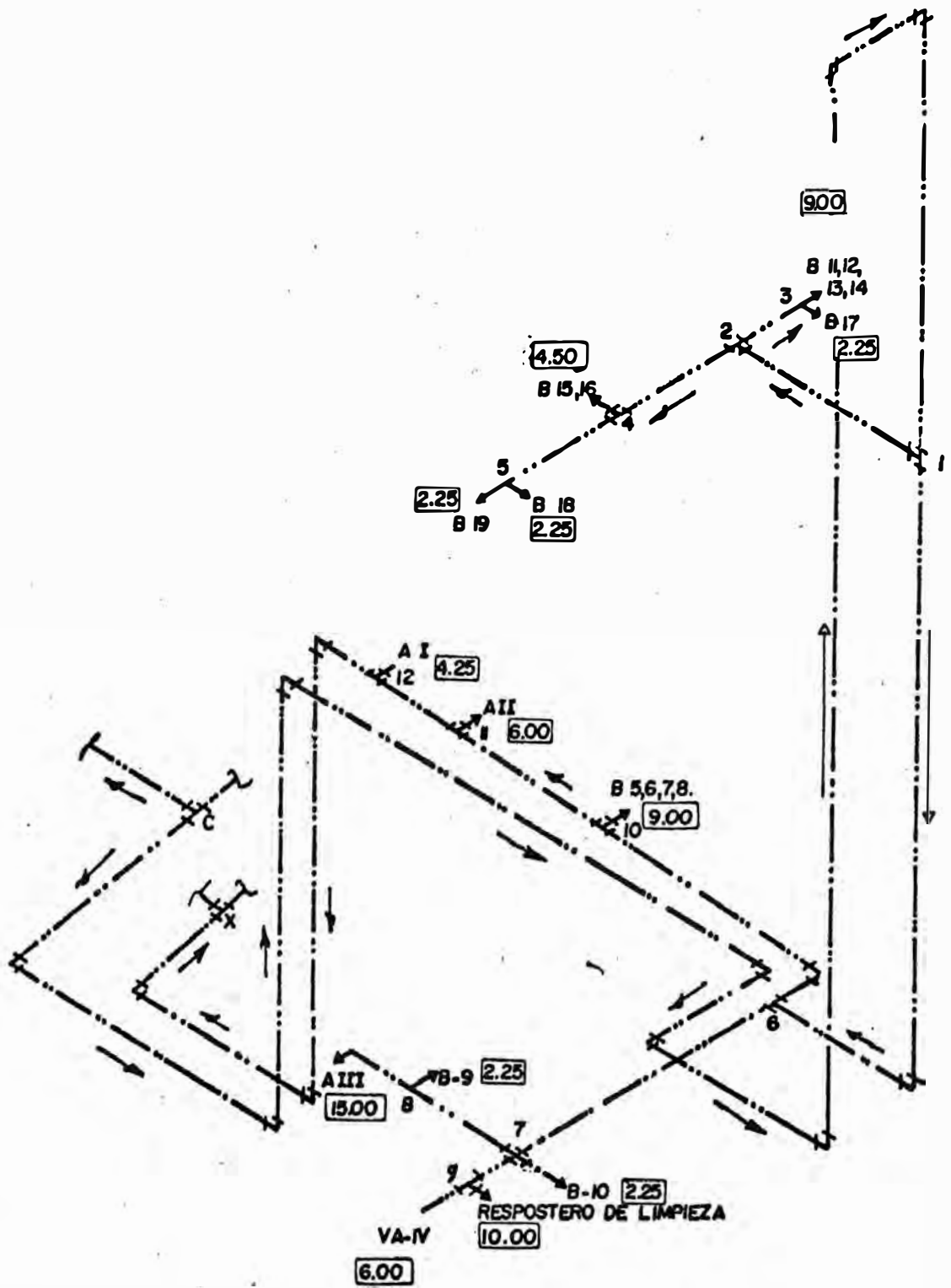
f - e	e - c	d - c	c - a	b - a	a - 5
0.75	1.50	2.00	3.50	0.75	4.25
0.03	0.06	0.08	0.14	0.03	0.17
1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"

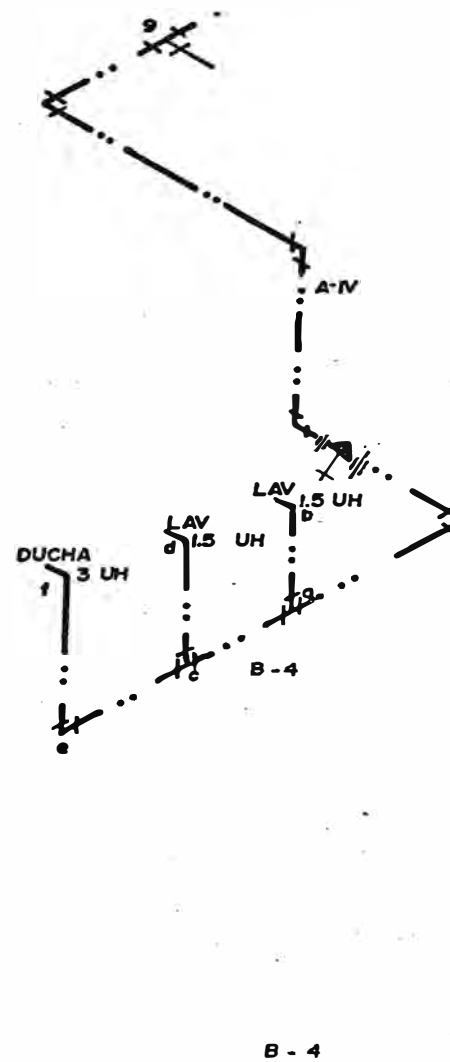
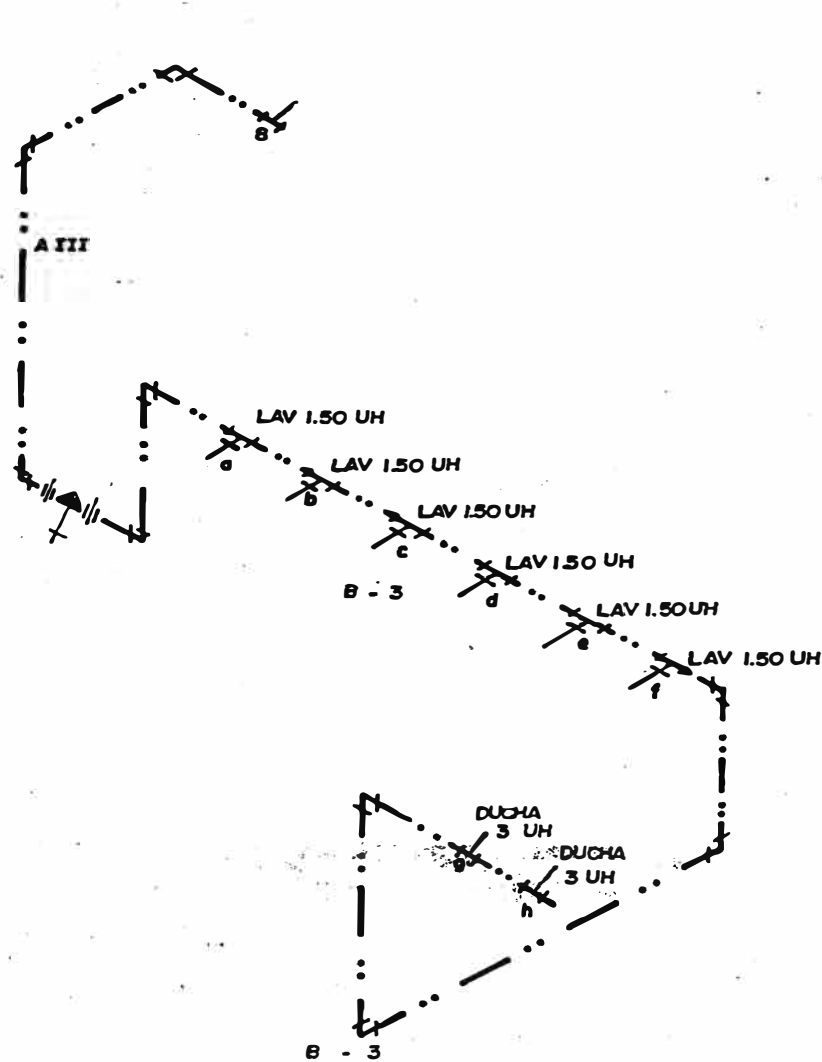


TRAMO	b - a	e - c	d - e	c - a	a - 11		b - a	a - 12
UH	0.75		0.75	0.75	1.50			0.75
Q	0.03	0.20	0.03	0.23	0.26		0.20	0.23
Ø	1/2"	1/2"	1/2"	3/4"	3/4"		1/2"	3/4"



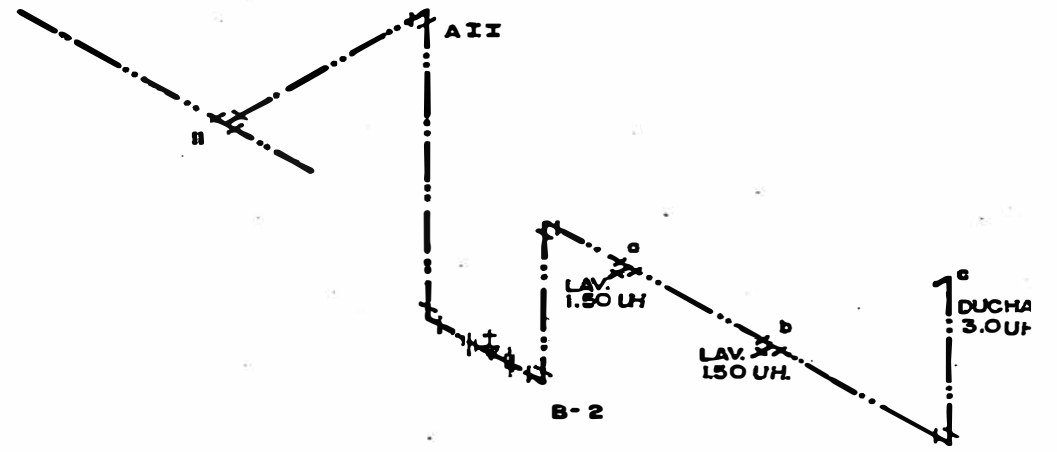
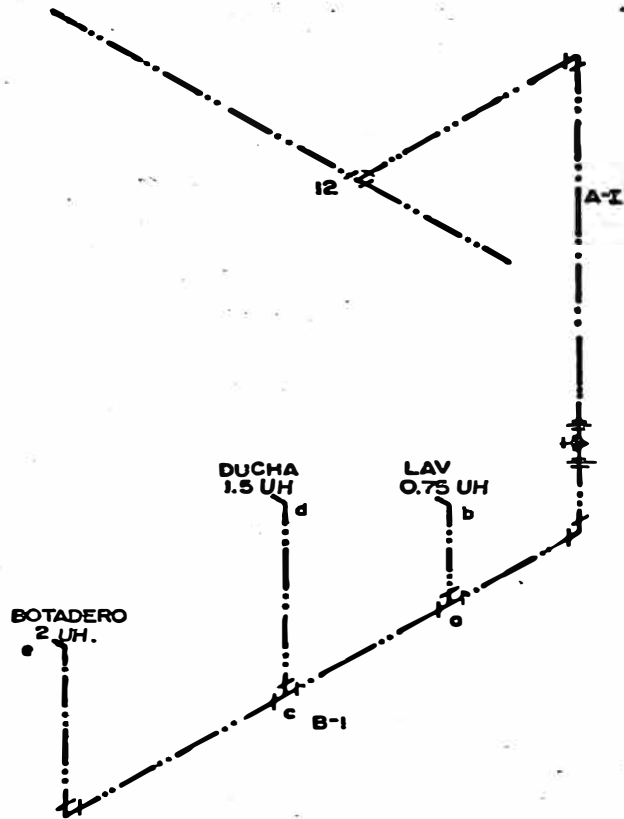
TRAMD	f - e	e - c	d - e	c - a	b - a	a - 14		c - b	b - a	a - 15
UH		0.75	0.75	1.50	0.75	2.25		0.75	1.50	2.25
Q	0.20	0.23	0.03	0.26	0.03	0.29		0.03	0.06	0.09
Ø	1/2"	3/4"	1/2"	3/4"	1/2"	3/4"		1/2"	1/2"	1/2"



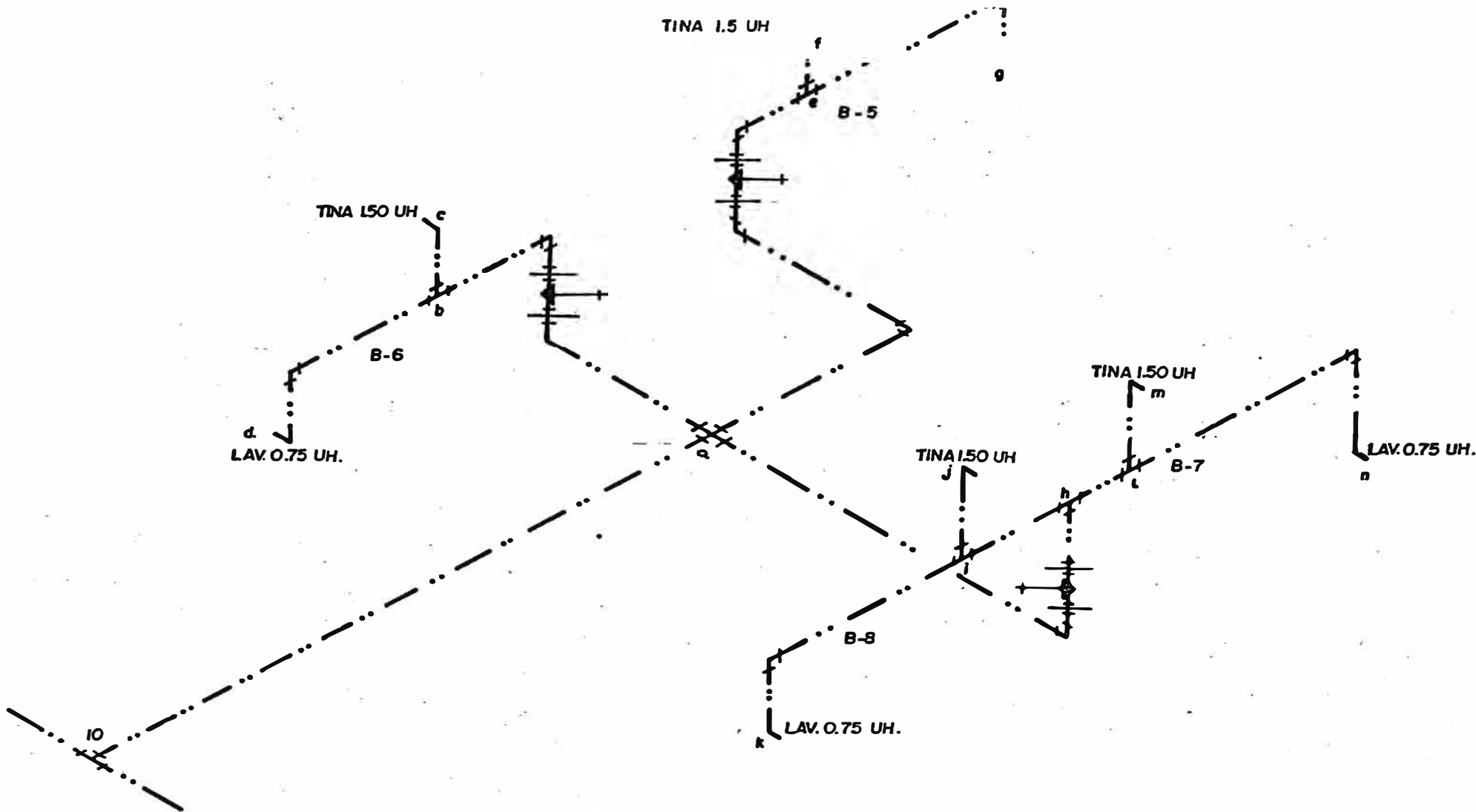


TRAMO	h - g	g - f	f - e	e - d	d - e	c - b	b - a	a - 18	f - e	e - c	d - c	c - a	b - a	a - 9
UH	3.00	6.00	7.50	9.00	10.50	12.00	13.50	15.00	3.00	3.00	1.50	4.50	1.50	6.00
Q	0.12	0.25	0.29	0.32	0.36	0.38	0.41	0.44	0.12	0.12	0.06	0.20	0.06	0.25
Ø	1/2"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	1/2"	3/4"	1/2"	3/4"	1/2"	3/4"

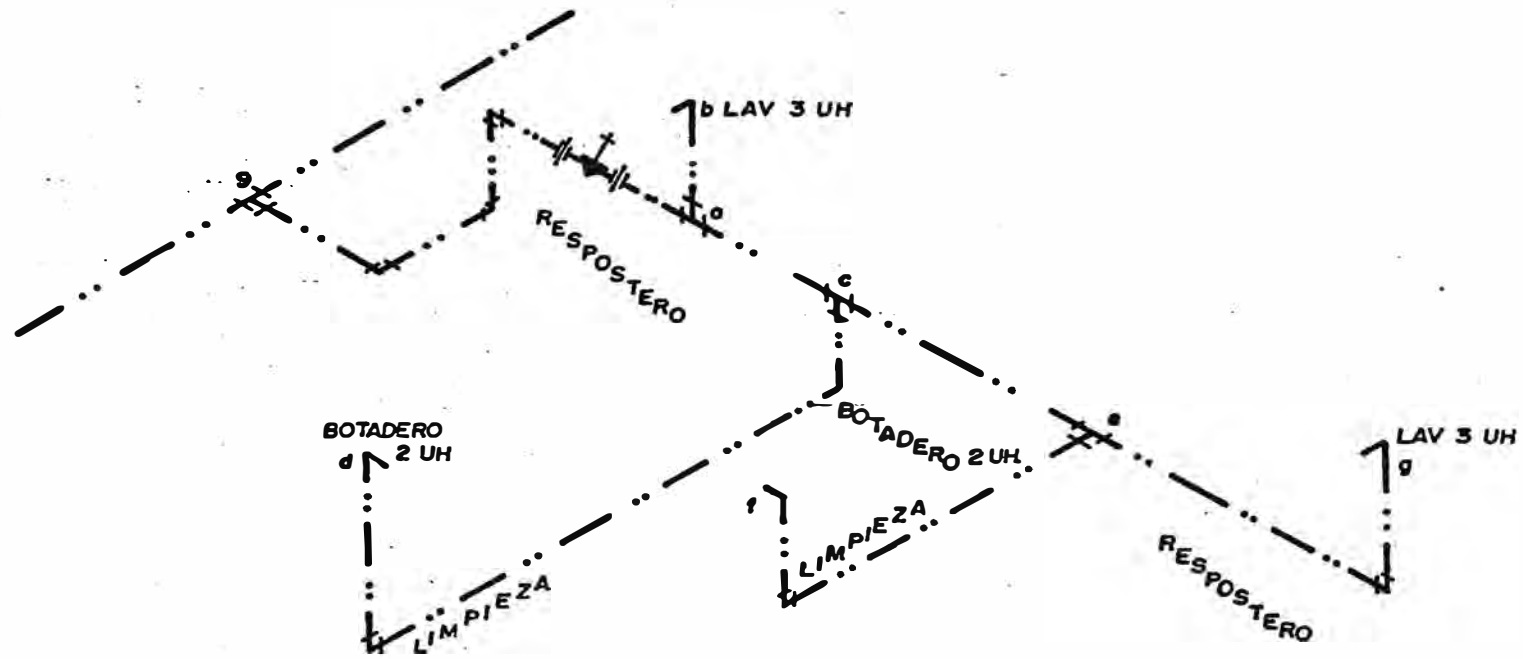




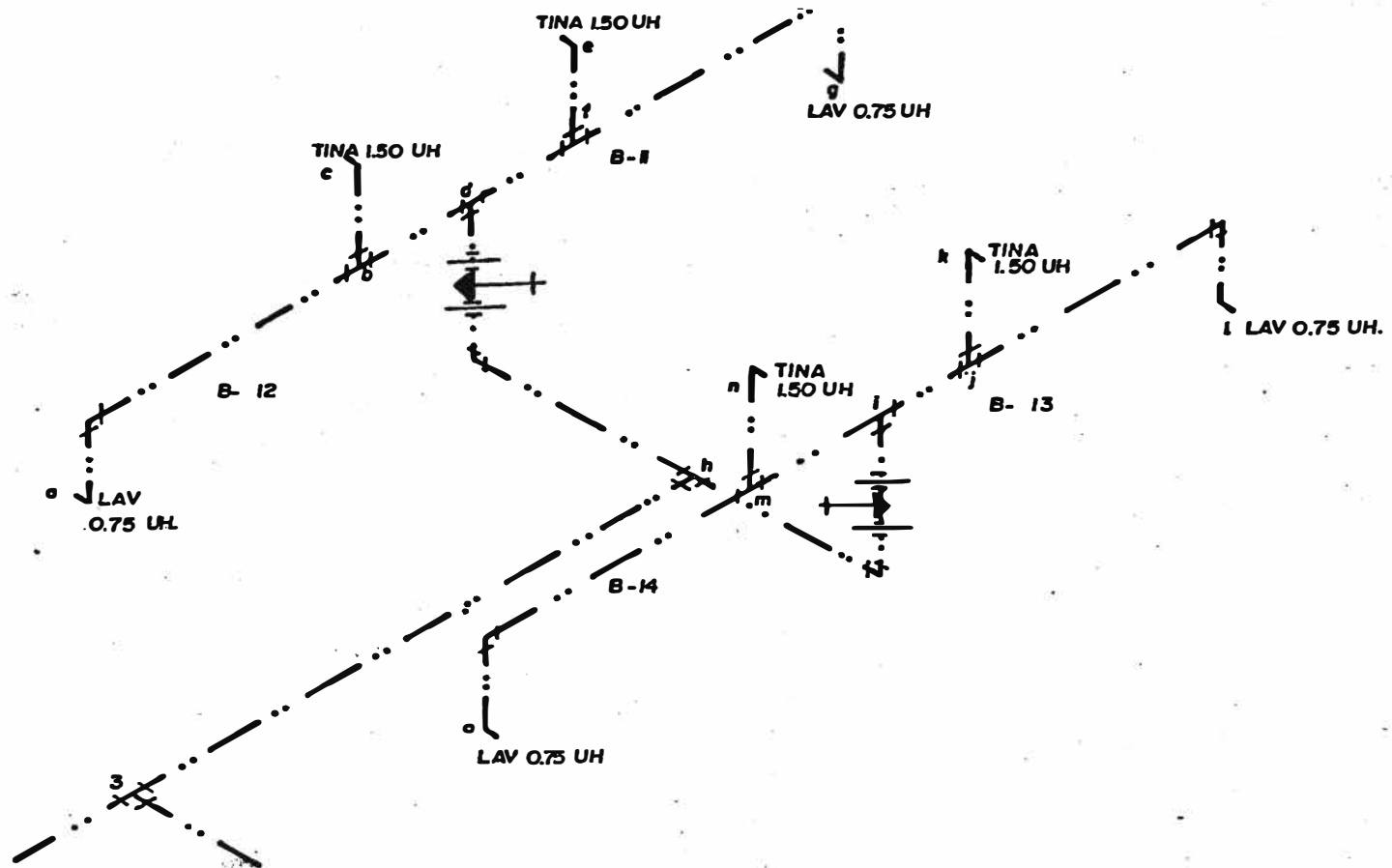
TRAMO	B-1					B-2		
	e - c	d - e	c - a	b - a	a - 12	c - b	b - a	a - 11
UH	2.00	1.50	3.50	0.75	4.25	3.00	4.50	6.00
Q	0.08	0.06	0.14	0.03	0.18	0.12	0.20	0.25
Ø	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	3/4"	1/2"	3/4"	3/4"



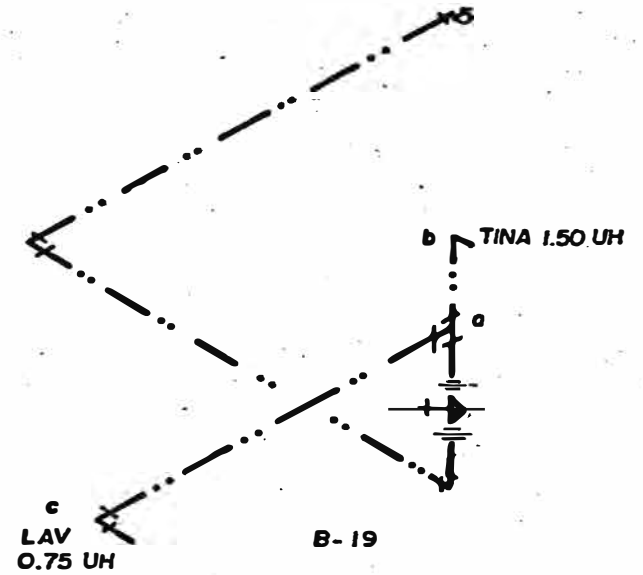
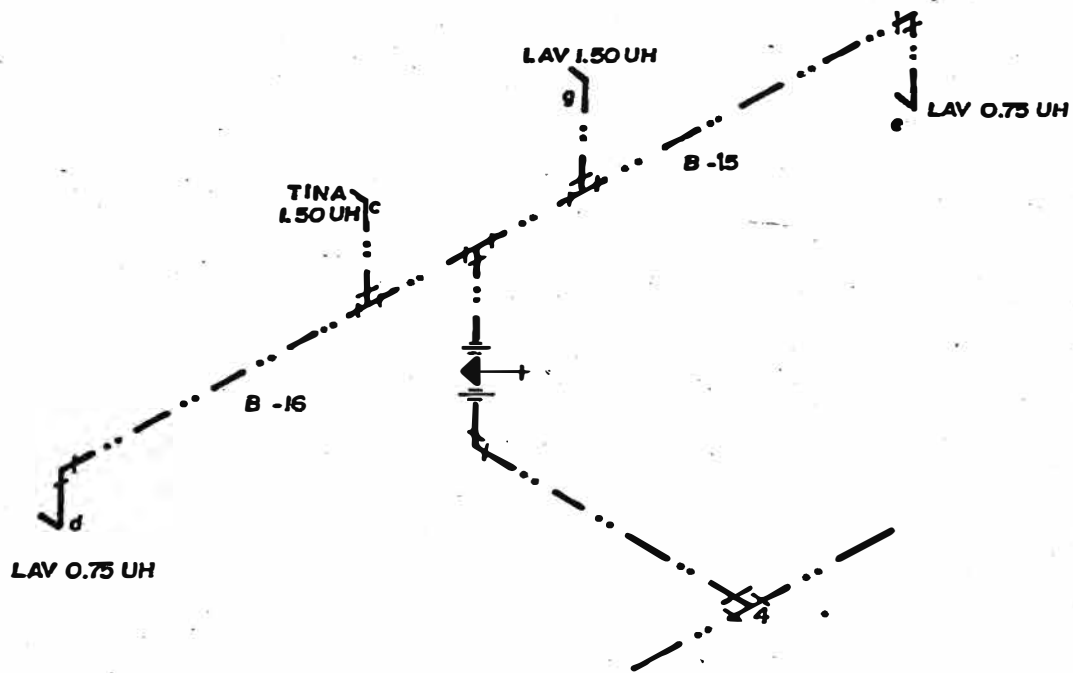
	B-6			B-5			B-7			B-8				
TRAMO	d - b	c - d	b - a	g - e	f - e	e - a	n - l	m - l	l - h	k - i	i - j	j - h	h - o	o - 10
UH	0.75	1.50	2.25	0.75	1.50	2.25	0.75	1.50	2.25	0.75	1.50	2.25	4.50	9.00
Q	0.03	0.06	0.09	0.03	0.06	0.09	0.03	0.06	0.09	0.03	0.06	0.09	0.20	0.32
∅	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	3/4"	3/4"



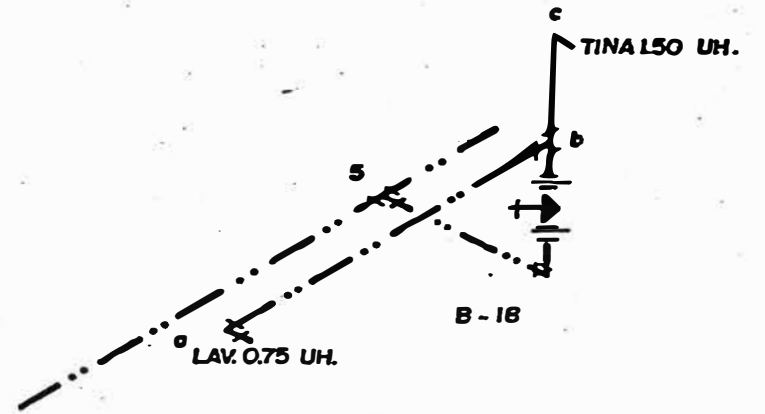
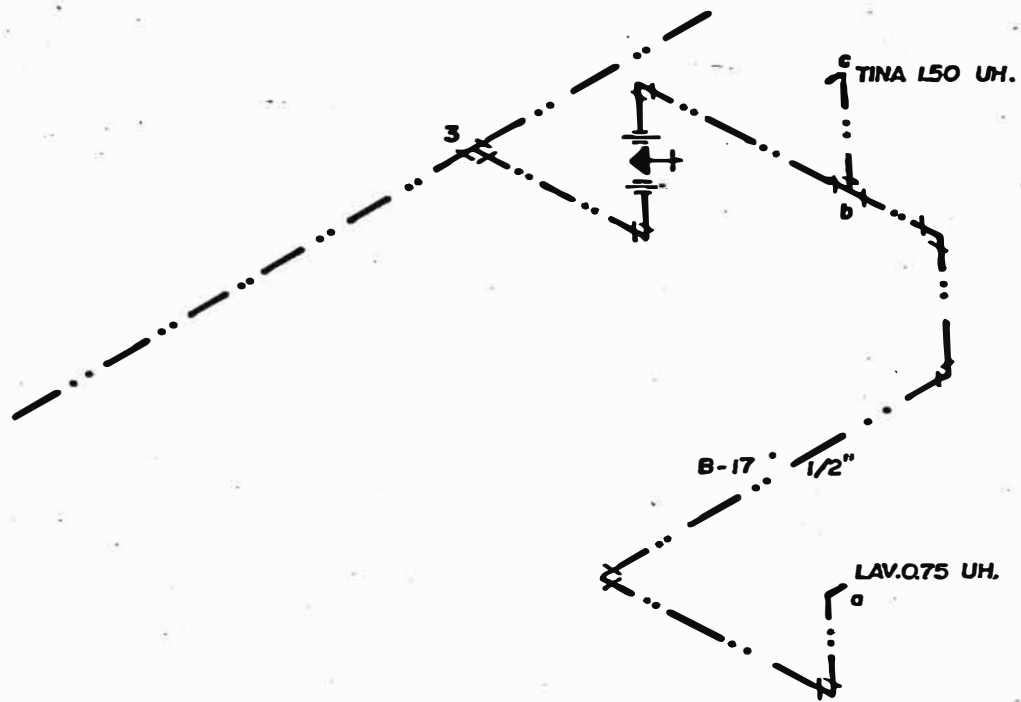
TRAMO	g - e	f - e	e - c	d - e	c - a	b - a	a - g
UH	3.00	2.00	5.00	2.00	7.00	3.00	10.00
Q	0.12	0.08	0.23	0.08	0.28	0.12	0.34
∅	1/2"	1/2"	3/4"	1/2"	3/4"	1/2"	3/4"



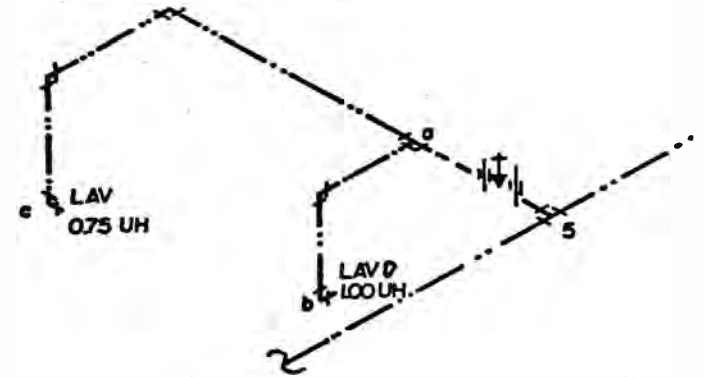
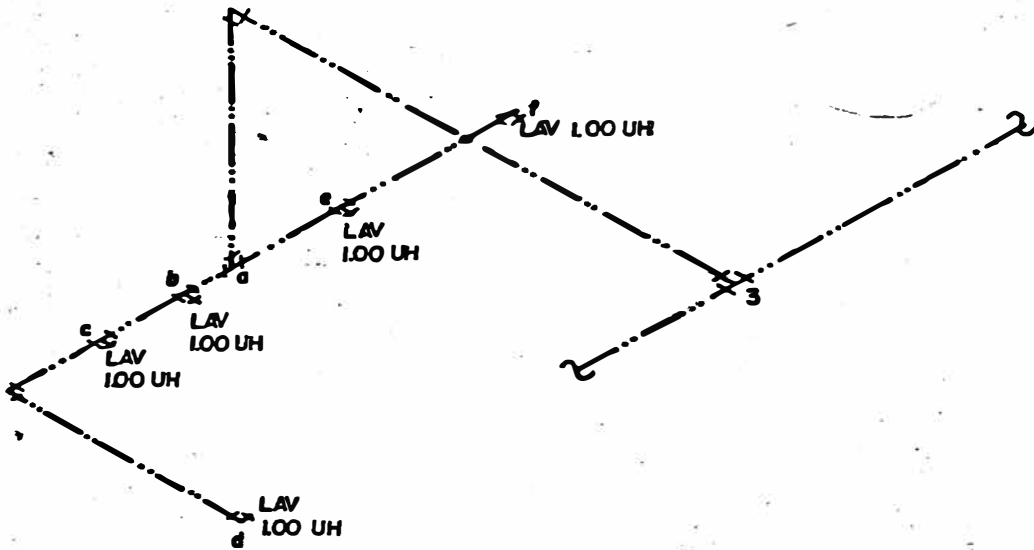
	B - 12			B - 11				B - 13				B - 14			
TRAMO	a - b	c - b	b - d	g - f	e - f	f - d	d - h	l - j	k - j	j - i	o - m	n - m	m - i	i - h	h - 3
UH	0.75	1.50	2.25	0.75	1.50	2.25	4.50	0.75	1.50	2.25	0.75	1.50	2.25	4.50	9.00
Q	0.03	0.06	0.09	0.03	0.06	0.09	0.20	0.03	0.06	0.09	0.03	0.06	0.09	0.20	0.32
Ø	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	3/4"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	3/4"	3/4"



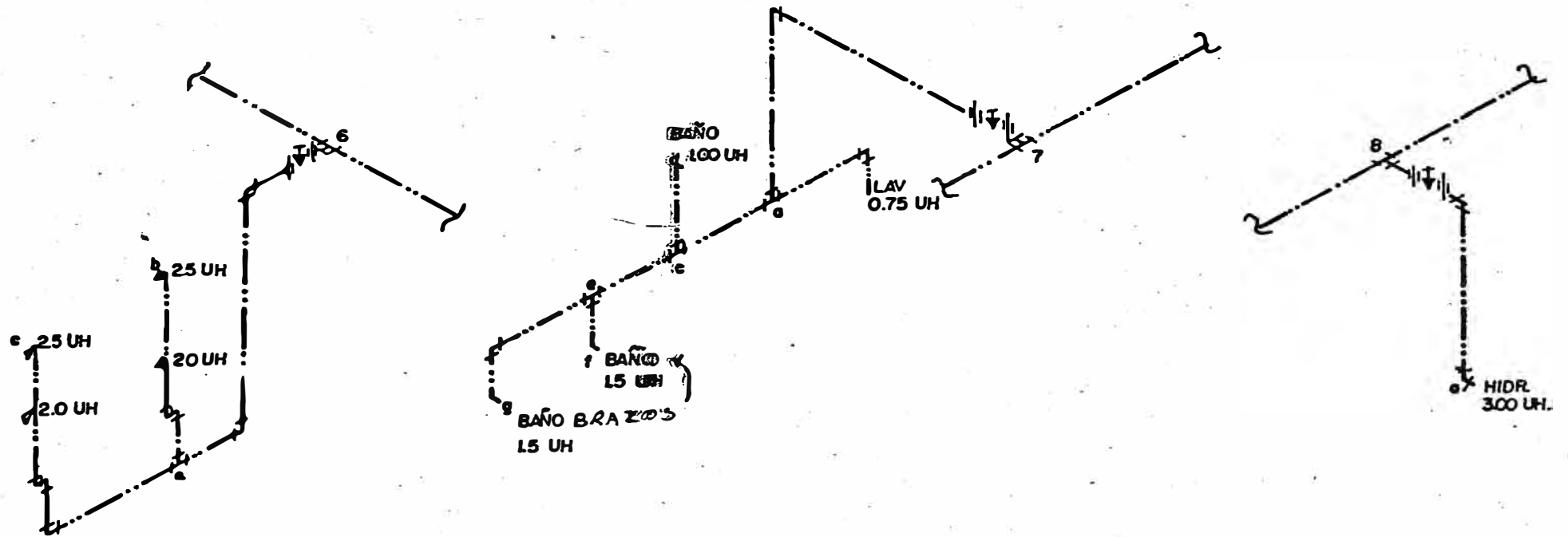
	B-16			B-15				B-19		
TRAMO	a - b	c - b	b - a	c - f	g - f	f - a	a - 4	b - a	c - a	a - 5
UH	0.75	1.50	2.25	0.75	1.50	2.25	4.50	1.50	0.75	2.25
Q	0.03	0.06	0.09	0.03	0.06	0.09	0.20	0.06	0.03	0.09
Ø	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	3/4"	1/2"	1/2"	1/2"



TRAMO	a - b	c - d	b - 3		a - b	c - b.	b - 5
UH	0.75	1.50	2.25		0.75	1.50	2.25
Q	0.03	0.06	0.09		0.03	0.06	0.09
Ø	1/2"	1/2"	1/2"		1/2"	1/2"	1/2"

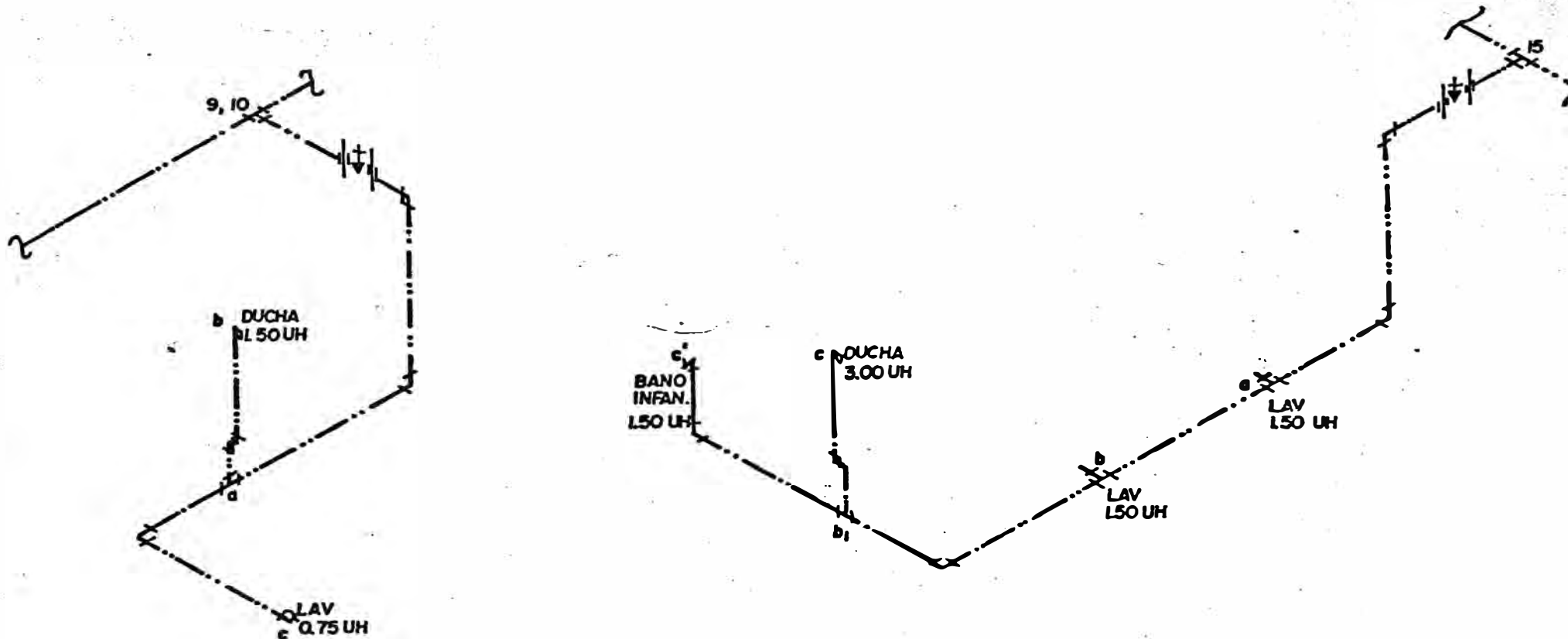


TRAMO	a - e	e - f	a - b	b - c	c - d	a - 3		a - c	a - b	a - 5
UH	2.00	1.00	3.00	2.00	1.00	5.00		0.75	1.00	1.75
O	0.08	0.04	0.12	0.08	0.04	0.23		0.03	0.04	0.07
Ø	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	3/4"		1/2"	1/2"	1/2"

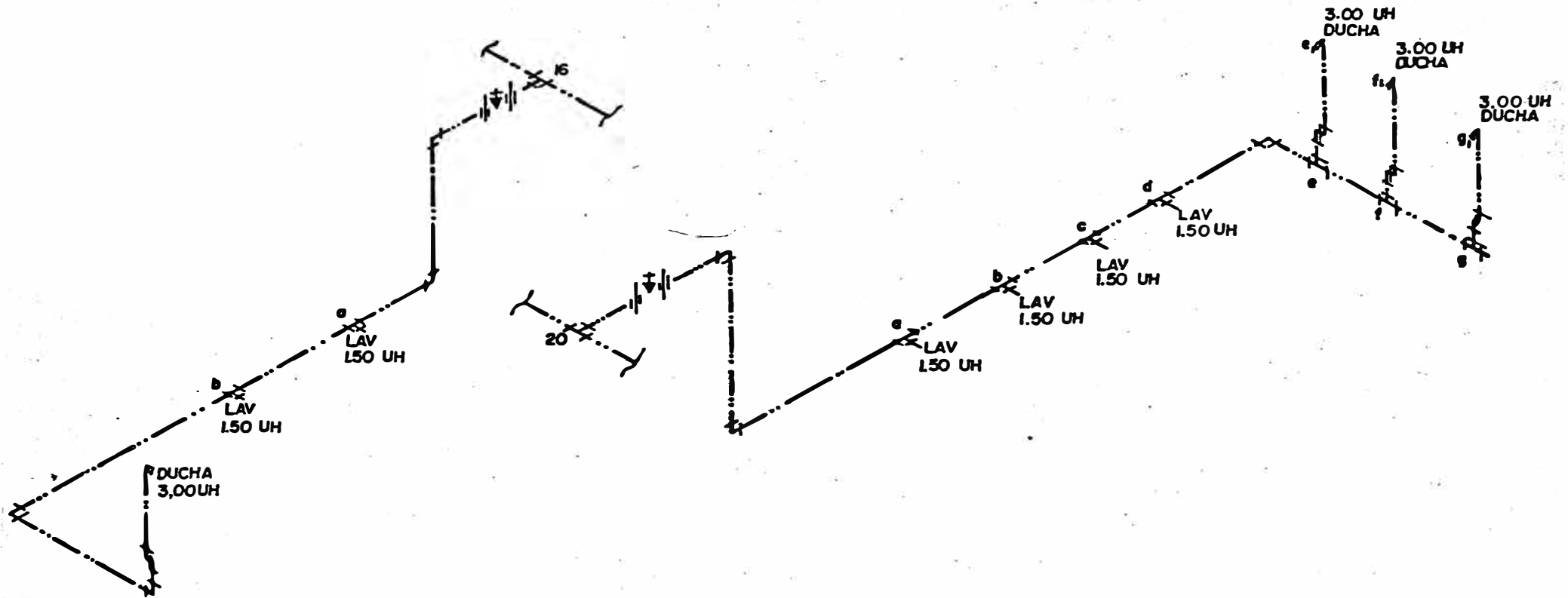


TRAMO	a - c	a - b	a - 6		e - 8	e - f	e - c	c - d	c - a	a - b	a - 7		a - 8
UH	4.5	4.5	9.00		1.5	1.5	3.00	1.0	4	0.75	4.75		3.00
Q	0.20	0.20	0.32		0.06	0.06	0.12	0.04	0.16	0.03	0.21		0.12
Ø	1 1/4"	1 1/4"	1 1/4"		1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	3/4"	1/2"	3/4"		1/2"

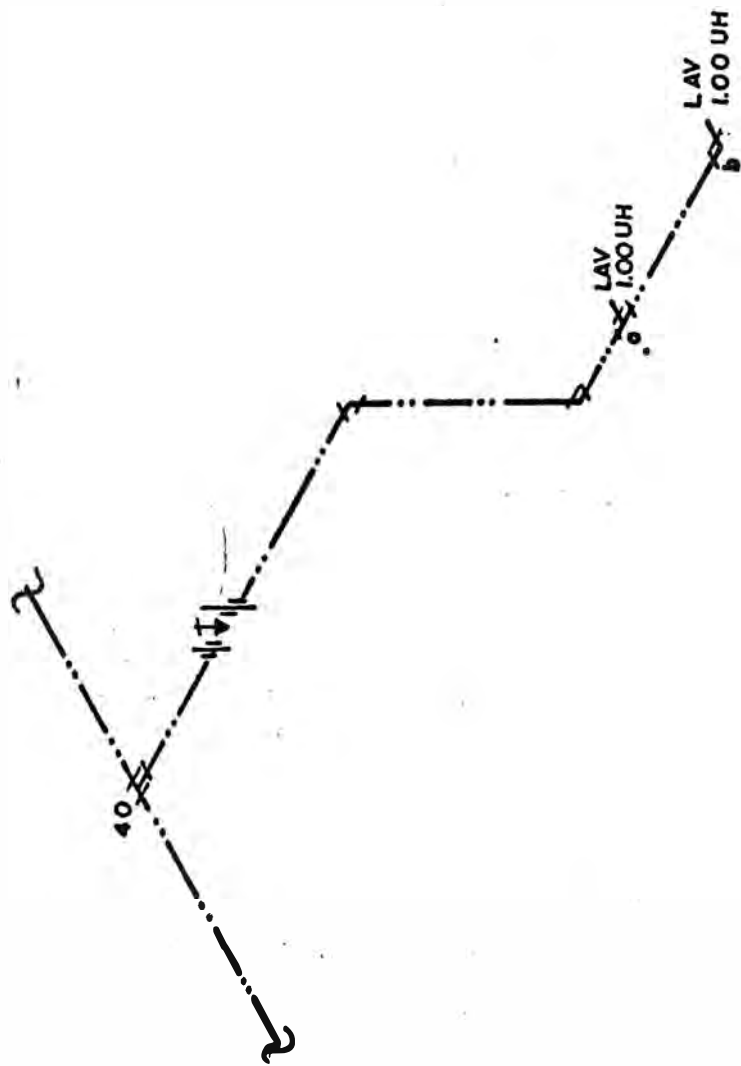




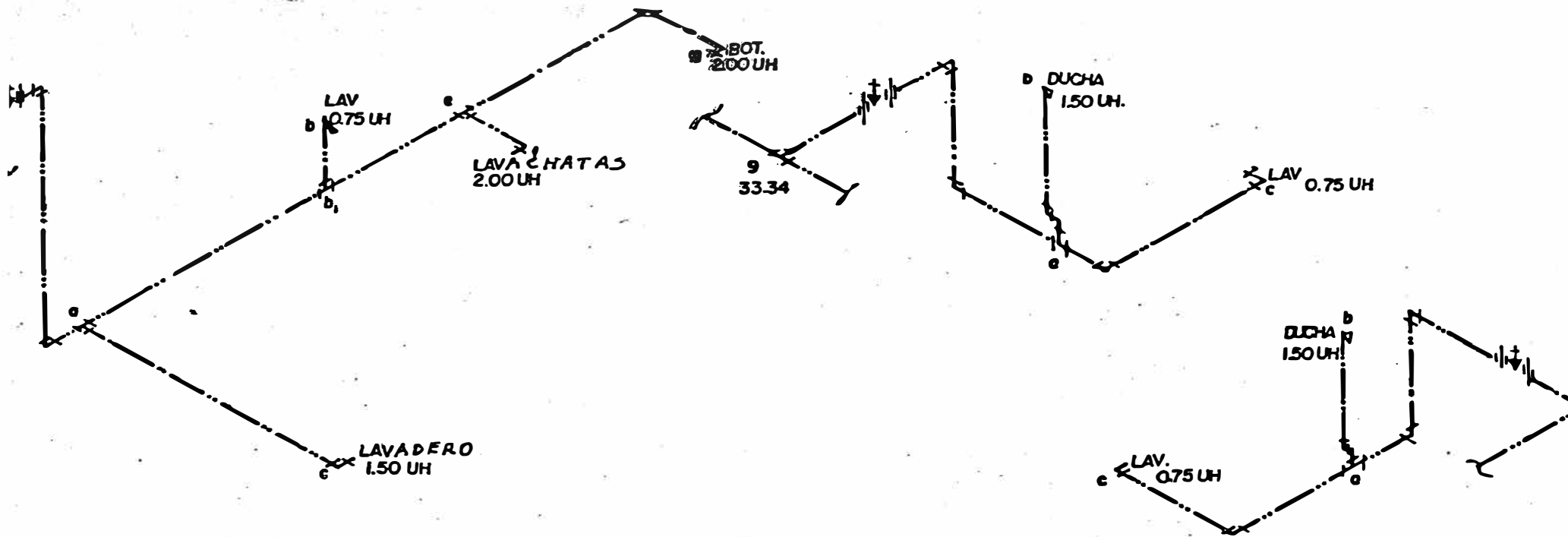
TRAMO	c - a	a - b	a - 9	a - 10		c - b <sub>i</sub>	c - b <sub>i</sub>	b <sub>i</sub> - b	b - a	a - 15
UH	0.75	1.50	2.25	2.25		1.50	3.00	4.50	6.00	7.50
Q	0.06	0.06	0.09	0.09		0.06	0.12	0.195	0.25	0.285
Ø	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"		1/2"	1/2"	3/4"	3/4"	3/4"



TRAMO	c - b	a - b	a - 16	f' - g	f - f	f - g	e - f	e - e	e - d	d - c	c - b	a - b	a - 20
UH	3.00	4.50	6.00	3.00	3.00	3.00	6.00	3.00	9.00	10.50	12.00	13.50	15.00
Q	0.12	0.195	0.25	0.12	0.12	0.12	0.25	0.12	0.32	0.35	0.38	0.41	0.44
Ø	1/2"	3/4"	3/4"	3/4"	1/2"	1/2"	1/2"	3/4"	1/2"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"



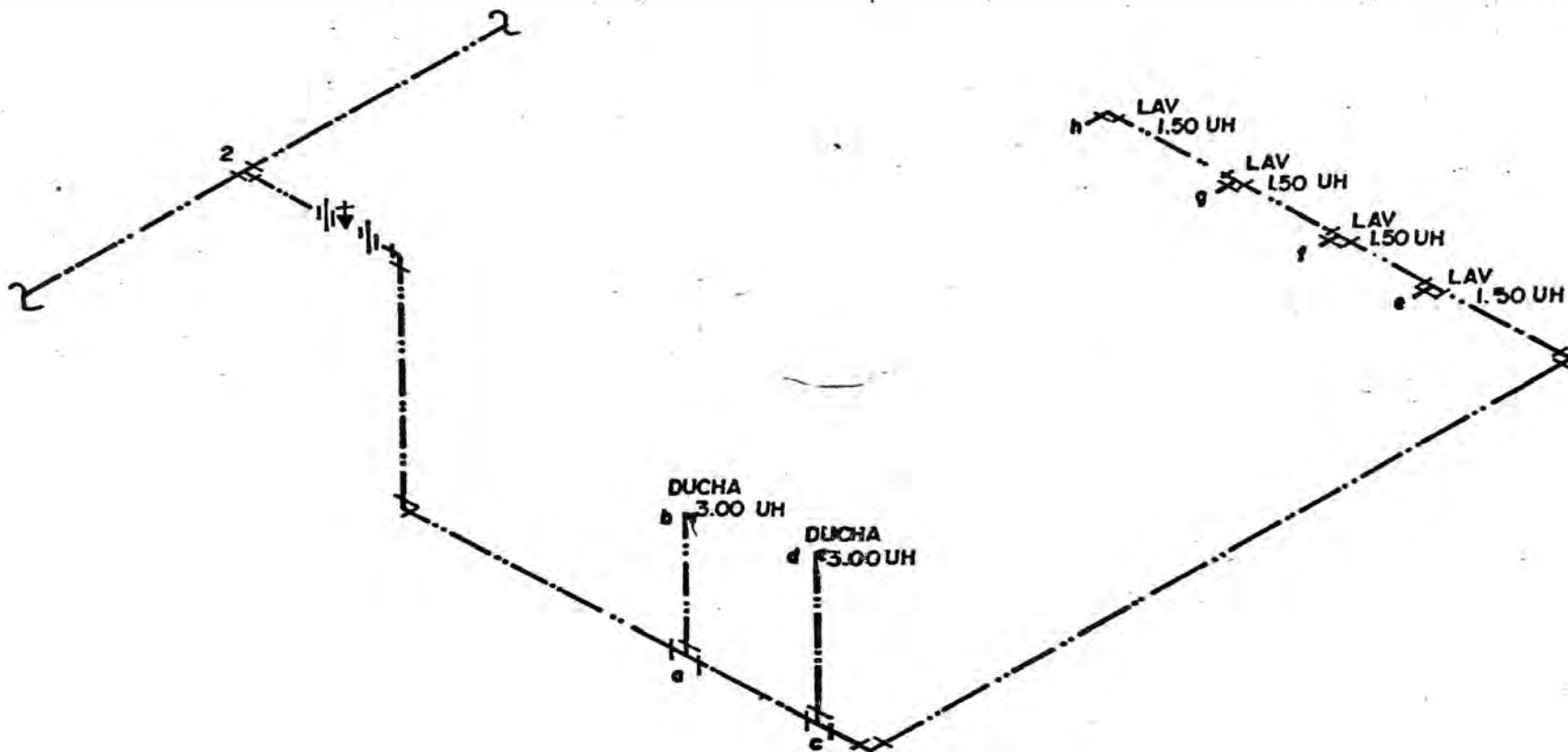
TRAMO	a - b	a - 40
UH	1.00	2.00
Ø	0.04	0.08
Ø	1/2"	1/2"



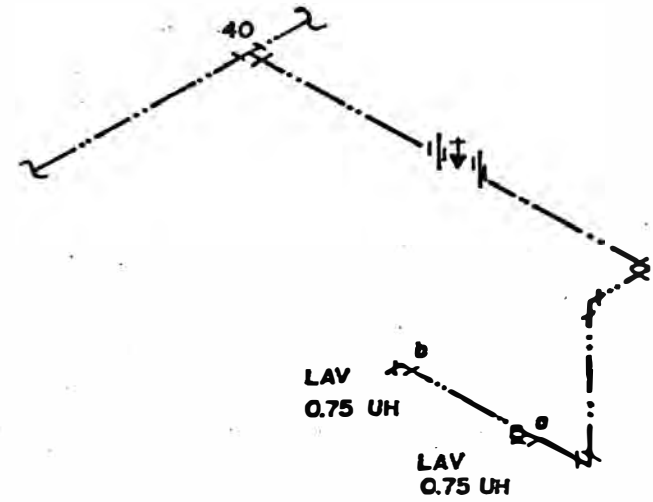
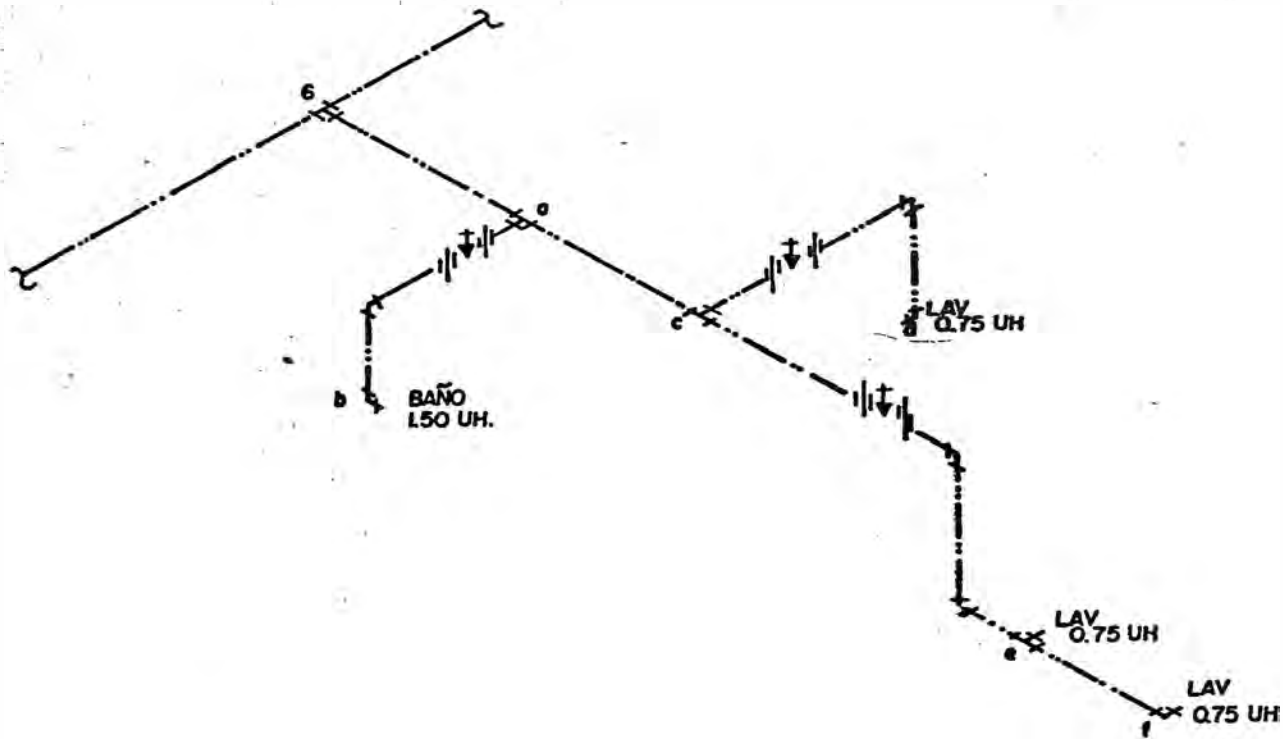
TRAMO	g - e	f - e	e - b <sub>1</sub>	b - b <sub>1</sub>	b - a	c - a	a - 7
UH	2.00	2.00	4.00	0.75	4.75	1.50	6.25
Q	0.08	0.08	0.16	0.03	0.22	0.06	0.26
∅	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	3/4"

c - a	b - a	a - 9
0.75	1.50	2.25
0.03	0.06	0.09
1/2"	1/2"	1/2"

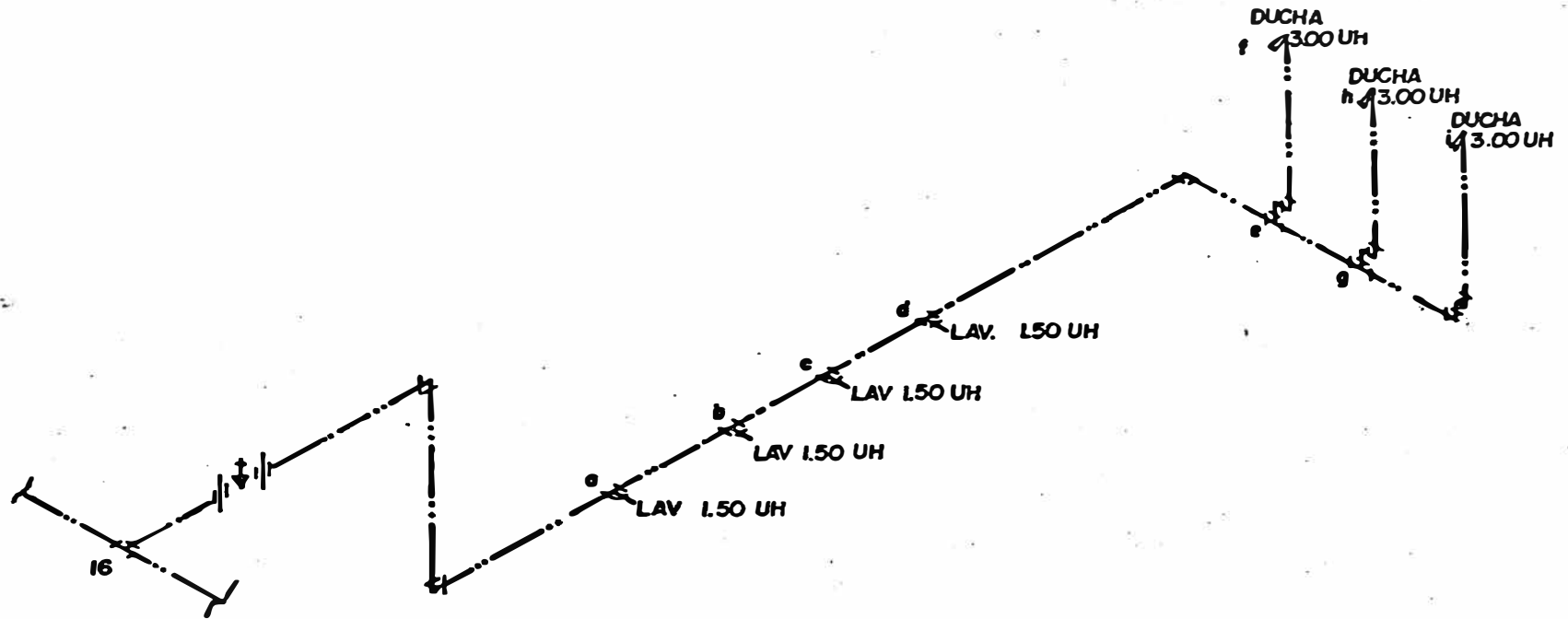
c - a	b - a	a - 11
0.75	1.50	2.25
0.03	0.06	0.09
1/2"	1/2"	1/2"



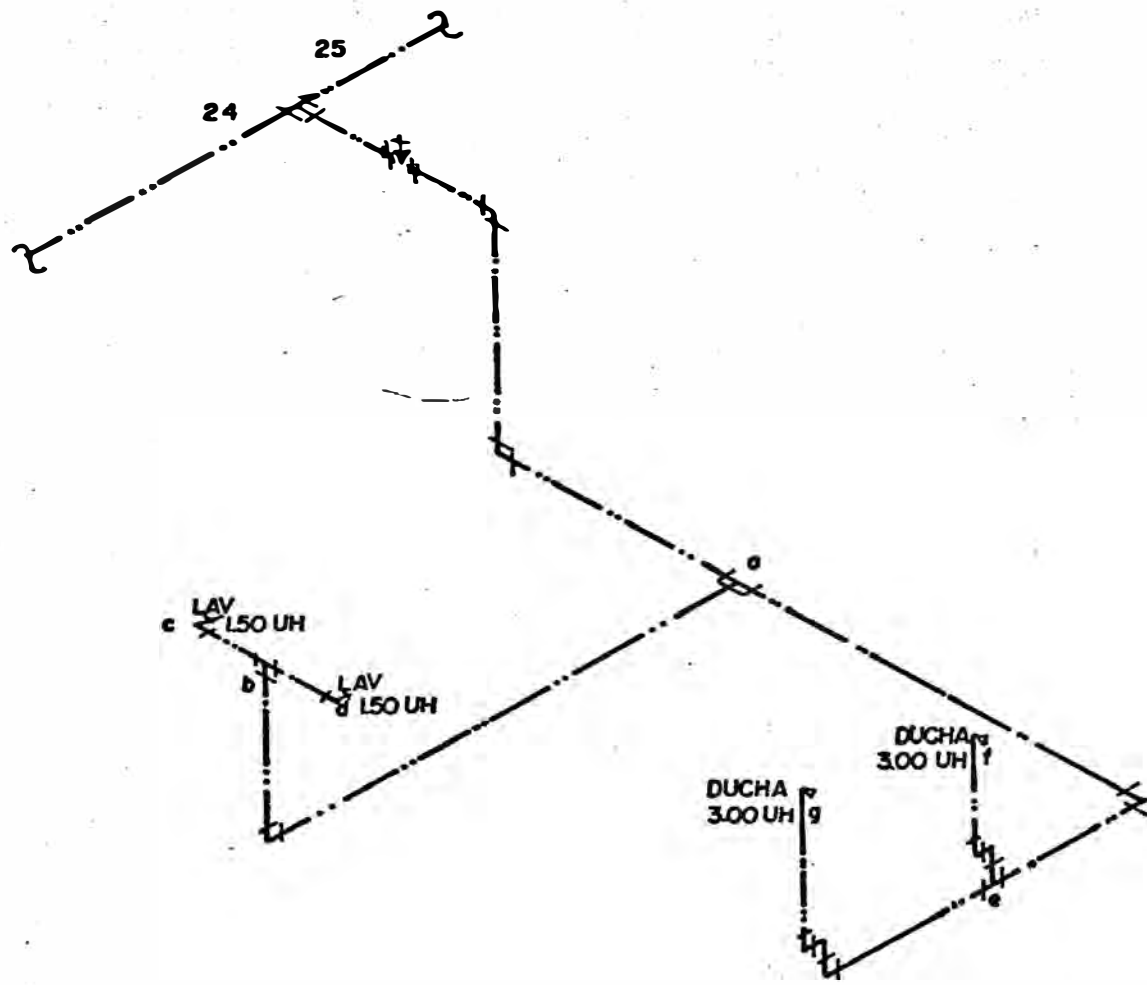
TRAMO	h - g	g - f	f - e	e - c	d - c	c - a	b - a	a - 2
UH	1.50	3.00	4.50	6.00	3.00	9.00	3.00	12.00
Q	0.06	0.12	0.20	0.25	0.12	0.32	0.12	0.38
∅	1/2"	1/2"	1/2"	3/4"	1/2"	3/4"	1/2"	3/4"



TRAMO	f - e	e - c	d - c	c - a	b - a		a - b		b - a	a - 40
UH	0.75	1.50	0.75	2.25	1.50		3.75		0.75	1.50
Q	0.03	0.06	0.03	0.09	0.06		0.15		0.03	0.06
∅	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"		1/2"		1/2"	1/2"



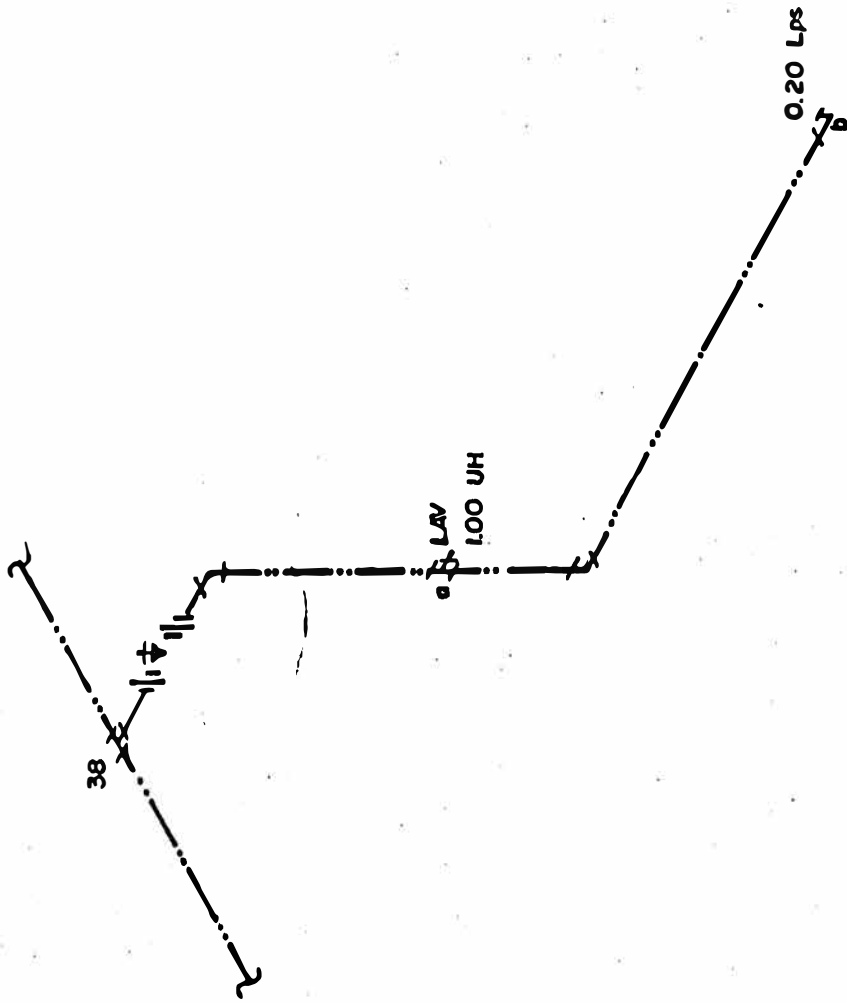
TRAMO	i - g	h - g	g - e	f - e	e - d	d - e	c - b	b - a	a - 16
UH	3.00	3.00	6.00	3.00	9.00	10.50	12.00	13.50	15.00
Q	0.12	0.12	0.25	0.12	0.32	0.35	0.38	0.41	0.44
Ø	1/2"	1/2"	3/4"	1/2"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"



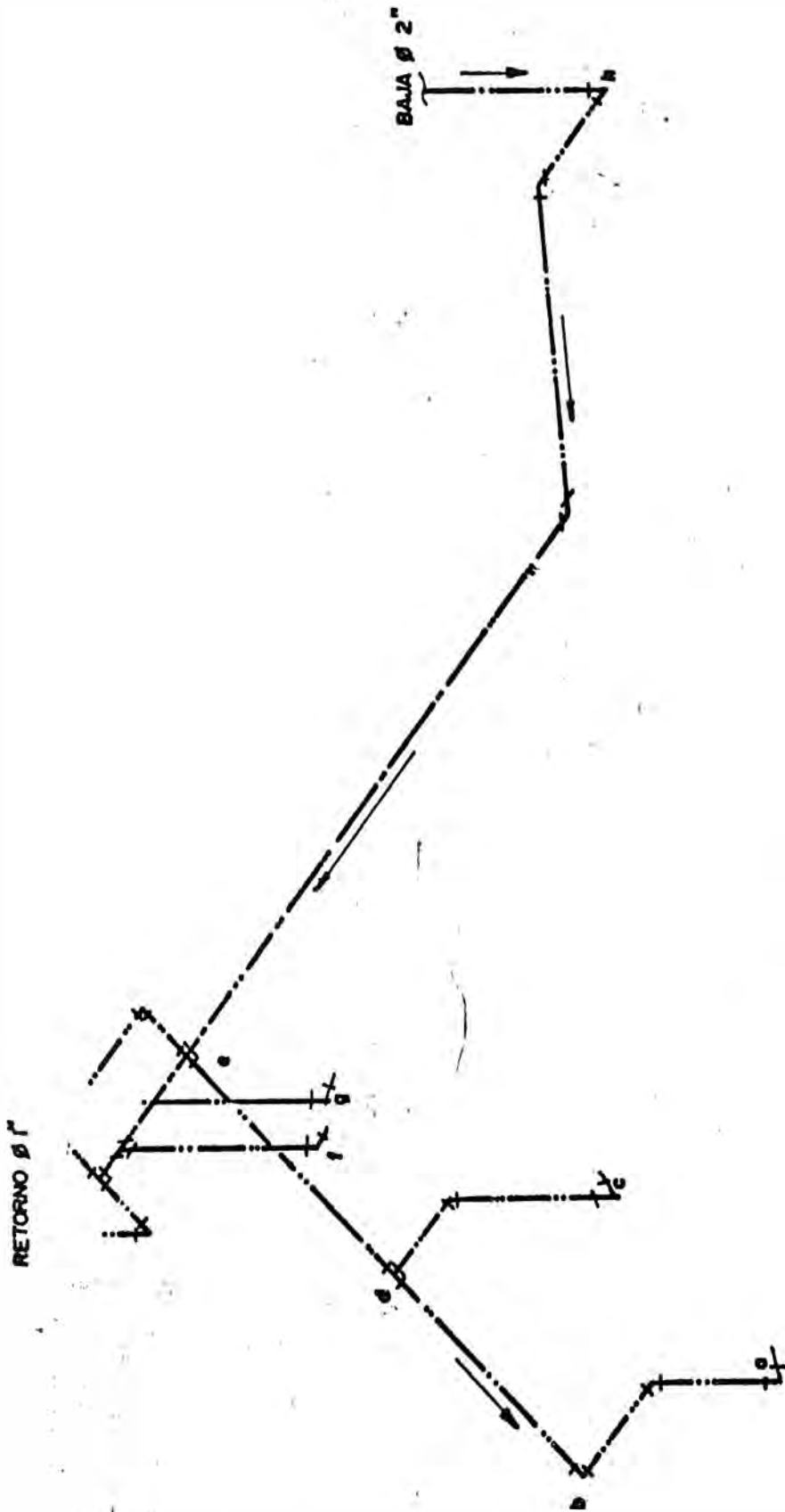
TRAMO	g - e	f - e	e - a	c - b	d - b	b - a	a - 24
UH	3.00	3.00	6.00	1.50	1.50	3.00	9.00
Q	0.12	0.12	0.25	0.06	0.06	0.12	0.32
ø	1/2"	1/2"	3/4"	1/2"	1/2"	1/2"	3/4"





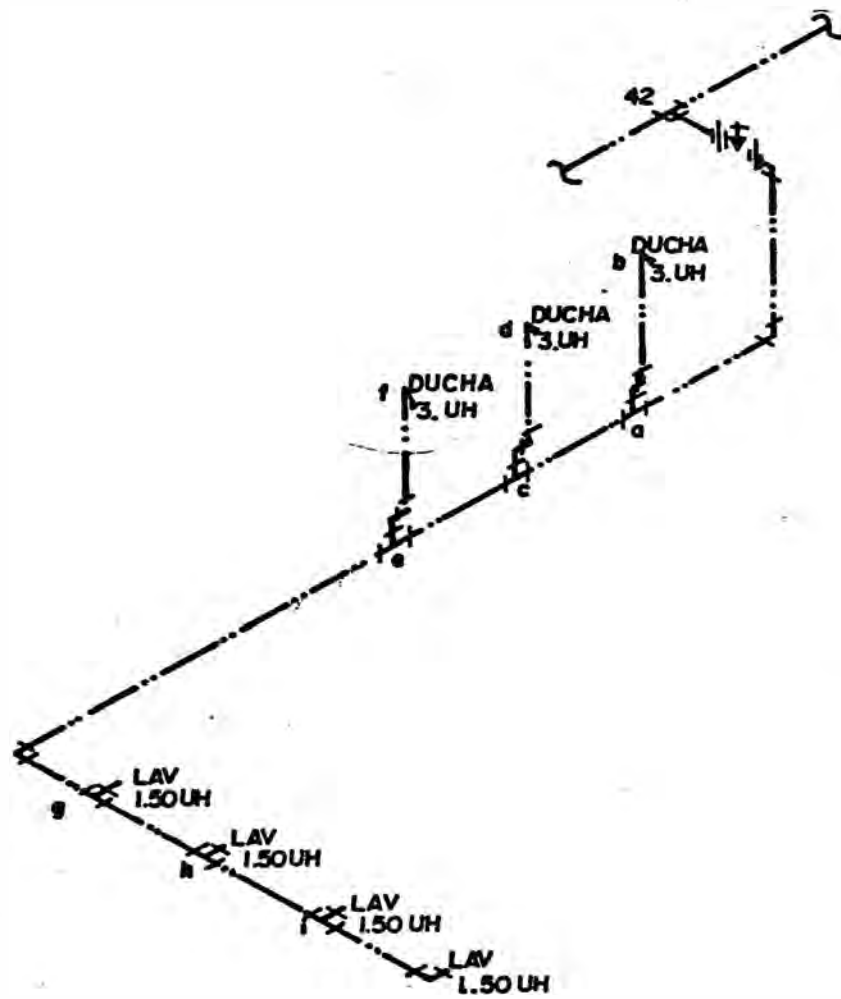


TRAMO	b - a	o - 28
UH		1.00
o	0.20	0.24
Ø	1/2"	3/4"



TRAMO	a - b	b - d	c - d	d - e	e - f	e - g	g - h
UH	140	140	500	640	4.50	4.50	649
Ø	1.98	1.98	4.71	5.74	0.14	0.14	5.84
Ø	1 1/4"	1/4"	2"	2"	1/2"	1/2"	2"





TRAMO	f - i	i - h	h - g	g - e	f - e	e - c	d - e	c - a	b - a	a - 42
UH	1.50	3.00	4.50	6.00	3.00	9.00	3.00	12.00	3.00	15.00
Q	0.06	0.12	0.20	0.25	0.12	0.32	0.12	0.38	0.12	0.44
Ø	1/2"	1/2"	1/2"	3/4"	1/2"	3/4"	1/2"	3/4"	1/2"	3/4"

### CALCULO DEL TANQUE NEUMATICO

Mediante los valores hallados y usando el método expuesto anteriormente seleccionó el equipo hidroneumático:

a)  $Q_{Max} = 4.82 \text{ l.p.s.}$                        $P_{Max} = 50.00 \text{ mt.}$

b) ~~D~~eterminación del número máximo permitido de arranque por hora.

~~D~~eterminación de la potencia de la Bomba:

$$POT = \frac{Q}{75} \times \frac{A.D.T.}{e}$$

$$POT = \frac{4.82 \text{ l.p.s.} \times 50.00 \text{ mt.}}{75 \times 0.60} = 5.35 \text{ H.P.}$$

$$POT = 6.0 \text{ H.P.}$$

Según la figura N° 3 se obtiene el número máximo de arranque por hora:

Según la potencia podemos decir que la instalación es trifásica y el número de arranques- Hora es  $N = 5$

c) Cálculo del Volúmen Total del tanque para  $N = 5$  arranque por hora.

Utilizando el gráfico de la figura N°6, entrando en este caso por el lado superior izquierdo con  $P_a = 4. \text{ kg/cm}^2$ , bajamos hasta cruzar la curva de  $P_0 =$

En el punto de cruce doblados para seguir horizontalmente hasta encontrar la curva de  $N = 5$  arranque máximo, permitidos por hora y de allí subimos verticalmente para obtener  $Q / V_t$ , en la parte superior del lado derecho del cuadro, luego  $V_t = Q / 5.00$  pero como:

$$Q = 17.55 \text{ m}^3/\text{h.}$$

$$V_t = 3.47 \text{ m}^3$$

Como  $1 \text{ m}^3 = 264$  galones Americanos

$$\text{luego } 3.47 \text{ m}^3 \times 264 = 916.08 \text{ galones.}$$

d) Selección de las dimensiones del Tanque, características del Compresor adecuado.

Utilizando el cuadro de la fig. N°1 se entra por la primera columna de la izquierda, buscando las dimensiones de un tanque cuyo volumen  $V_t$  sea lo más cercano a  $\frac{917}{2} = 458.50$  galones.

Se encuentra que el más parecido tiene 560 galones con 36 pulgadas de diámetro por 10 pies de largo (alto).

Este tanque requiere un compresor capaz de producir 1.5 pies cúbicos por minuto a 100 lbs/pulg<sup>2</sup>.

Necesitando ser accionado por motor eléctrico de 0.5 HP.

e) Cálculo de la capacidad de almacenamiento (A) producido entre cada arranque y parada de la bomba (Por cada equipo).

Utilizando la fórmula (1) recordando que es métrica:

$$A = \frac{0.8 V_t (P_p - P_s)}{P_p} = \frac{0.8 \times 1.74 (5-4)}{5+1}$$

$$A = 0.23 \text{ m}^3$$

lo que equivale a:

$$0.23 \text{ m}^3 \times 264 = 60.72 \text{ galones.}$$



R E C O M E N D A C I O N

Después de haber dimensionado el Equipo Hidroneumático para el agua blanda y el agua caliente, se hará una compatibilización de dicho equipo, ya este se ha calculado independientemente para el abastecimiento de agua blanda y el abastecimiento de agua caliente teniéndose los siguientes datos:

AGUA BLANDA, A LA RED, a LOS CALDEROS

$$Q = 6.6 \text{ l.p.s.}$$

$$P = 30 \text{ mts.}$$

$$POT = 4.0 \text{ HP}$$

$$\text{AGUA CALIENTE } Q = 4.82 \text{ l.p.s.}$$

$$P = 50 \text{ mts.}$$

$$POT = 6.0 \text{ HP}$$

$$\text{Por lo tanto: } Q = 6.6 \text{ l.p.s.} + 4.82 \text{ l.p.s.}$$

$$P = 50 \text{ mts.}$$

DETERMINACION DE LA POTENCIA DE LA BOMBA

$$POT = \frac{Q}{75 \times l} \times A.D.T = \frac{11.42 \text{ l.p.s.} \times 50.00 \text{ mt}}{75 \times 0.80}$$

$$= 9.51 \approx 10 = \text{HP}$$

Utilizando el método antes expuesto se puede determinar las características del Equipo Hidroneumático que son los siguientes:

2 Tanques de 1000 galones, de 48" x 10' (DIAMETRO x ALTO)

1 Compresor de 1 HP

Por lo tanto a la salida del Agua Blanda que alimenta a la Cocina y Lavandería se deberá instalar una estación reductora para que abotesca de una presión de 21 lb/Pulg<sup>2</sup> que es lo que requiere este sistema.

CALCULO DE LA TUBERIA DE CIRCULACION FORZADA

Fundamente .- Como se ha dicho anteriormente las tuberías de retorno tienen por objeto circular al agua que se enfría por pérdida de calor producido por conducción convección y radiación , cuando el sistema se encuentra estático, es decir - cuando no hay consumo de agua caliente o es mínimo.

Es pues entonces necesario establecer un gasto que de la circular por la tubería de retorno, para lo cual se supone el sistema estatico estableciendose que la pérdida de calor es a través de las tuberías de agua caliente, son iguales a las que perdería el agua que circula por ellas, con lo cual se establece la fórmula:

$$Q = \frac{K.L. dt}{504 ( T_1 - T_2 )}$$

en la cual,

Q = Gasto de circulación continua en G.P.M.

K = Coeficiente de transmisión en Btu/Hora/°F/pie de tuberías y depende del diámetro de la tubería y del aislamiento térmico a utilizarse.

$L$  = Longitud de la tubería de agua caliente en pies.

$$\bar{d} = \frac{T_1 + T_2}{2} - T_0$$

$T_0$  = Temperatura ambiente

$T_1$  = Temperatura de producción de agua caliente.

$T_2$  = Temperatura de agua en el tramo considerado y calculando en base a pérdida de temperatura unitaria, considerando como pérdida total de temperatura la diferencia entre la temperatura de salida del calentador y la temperatura de salida en el aparato más desfavorable.

Este gasto siendo de circulación continua, será el que deba conducir la tubería principal de circulación que llega a la fuente de producción, por gravedad; pero si se trata de diseñar un sistema de circulación forzada, es necesario establecer un nuevo gasto que será el que circule por la bomba o tubería principal de retorno, forzado por la bomba, entendiéndose que esta no tendrá un trabajo continuo sino de períodos de tiempo y a intervalos fijados de antemano. Estos períodos o intervalos son variables dependiendo del rango del gasto y del criterio del proyectis-

ta, variando entre 5-10 minutos de trabajo cada 1-2 horas.

El gasto que circula por la tubería principal de retorno, se reparte proporcionalmente cada una de las montantes o ramales de agua caliente, encontrándose pues los gastos correspondientes a cada montante o ramal, de circulación con los que se calcula los diámetros de las tuberías respectivas, utilizando el procedimiento para agua fría y caliente, estableciendo la pérdida de carga total en las tuberías de circulación, que servirá para especificar la altura dinámica total de la bomba de circulación conjuntamente con el gasto.

Así mismo es necesario establecer la temperatura de llegada a la bomba de circulación a base de la pérdida de calor entre el punto más lejano y la bomba, a fin de fijar el rango máximo y mínimo de temperatura de parada y arranque respectivamente.

CALCULO DE LA TUBERIA DE CIRCULACION FORZADA -

PROCEDIMIENTO

Dado que en el presente proyecto se ha planteado la instalación de 3 bombas de recirculación, las cuales recircularan el agua caliente a 3 alimentadores principales desde el calentador hasta el punto mas desfavorable de cada anillo se ejecutaran el dimensionamiento de tres líneas de recirculación correspondiendo una cada alimentador principal.

Mediante la fórmula

$$K. l . dt = Q \times 504 ( T_1 - T_2 )$$

$$Q = \frac{K. l. dt}{504 (T_1 - T_2)} \quad dt = \frac{T_1 + T_2}{2} - T_0$$

Estableciendo  $T_0 = 65^\circ ( 18.33^\circ C )$

$$T_1 = 180^\circ F ( 82.2^\circ C ), \quad T_2 = \text{Variable}$$

La temperatura  $T_2$  en diferentes puntos depende de la pérdida de calor para lo cual considero la longitud mas desfavorable para cada anillo de agua caliente.

En el presente anillo que abastece a los sectores 1 - 2 y 2A existen aparentemente dos puntos mas desfavorables ya que de un alimentador se distribuyen 2 alimentadores los cuales abastecen al sector 1 y el otro al 2 y 2A estando ubicados dichos puntos a 155.35 mt y 88.00 mt respectivamente y corresponde a los tramos comprendidos entre el calentador y los nudos 18 y 12 respectivamente.

Luego la pérdida de temperatura por unidad de longitud sera para cada alimentador :

Sector 1

$$\frac{180 - 140}{156.35} = 0.260 \text{ } ^\circ\text{F/mt}$$

Nota: 140° F (60° C) temperatura en el nudo 18 o en el nudo 12.

Sector 2 y 2A

$$\frac{180 - 140}{88.00} = 0.450 \text{ } ^\circ\text{F/mt}$$

Se adoptara 0.260 °F/mt.

Mediante los valores  $0.260^{\circ}\text{F}/\text{mt}$  y se calcula los diferentes temperaturas para cada uno de los nudos de el sistema de tuberías de alimentación de agua caliente para lo cual de las hojas de calculos correspondientes al anillo de alimentación en estudio, extraigo los valores de los diámetros y las longitudes de cada tramo.

Después multiplicando el valor de cada tramo por el el valor de  $0.260^{\circ}\text{F}/\text{mt}$ . correspondiente, se tendrá la pérdida de calor de c/u de ellos.

A la temperatura de producción de agua caliente  $180^{\circ}\text{F}$  le vamos restando las pérdidas anteriormente calculadas obteniéndose la temperatura en c/u de los puntos los cuales se encuentran tabulados en el cuadro N°19.

C U A D R O N°19

TRAMO	$\rho$	LONGITUD	$h_T^\circ$	$T^\circ$ OF
CAL- e <sub>1</sub>	2"	34.70	9.022	180 170.978
E1- e	2"	11.70	3,042	167.936
e - 1	1 1/4"	15.000	3,400	164,036
1 - 2	1 1/4"	5.20	1.352	162,684
2- 3	1 1/4"	3.80	0.988	161,696
3 - 4	1 1/4"	2.70	0.702	160,994
4- 5	1"	1.00	0.260	160,734
5 - 6	1"	27.00	7,020	153,714
6 - 7	1"	5.90	1,534	152,180
7 - 8	1"	0.25	0,065	152,115
8 - 9	1"	4.70	1,222	150,893
9 - 10	1"	9.20	2,392	148,501
10- 11	1"	2.60	0,676	147,825
11 - 12	1"	3.90	1,014	146,811
12- 13	3/4"	4.00	1,040	145,771
13- 14	3/4"	3.60	0,936	144,835
14- 15	3/4"	4.00	1,040	143,795
15- 16	3/4"	4.60	1,196	142,599
16- 17	3/4"	7.00	1,820	140,779
10- 18	3/4"	5.50	1,430	139,349



CAL - C <sub>1</sub>	2"	34.70	9,022	170,998
e <sub>1</sub> - e	2"	11.70	3,042	167,936
e = 1	1 1/4"	25.55	6,643	161,293
1 - 2	3/4"	0.30	0.078	161,215
2 - 3	3/4"	0.40	0.104	161,111
2 - 4	3/4"	1.40	0.364	160,851
4 - 5	3/4"	0.25	0.065	160,786
1 - 6	1"	3.00	0.780	160,513
6 - 7	1"	1.40	0.364	160,149
7 - 8	3/4"	1.50	0.390	152,759
(6 <sup>7-9</sup> 10)	3/4"	0.30	0.078	160,071
(10 <sup>6-11</sup> )	3/4"	2.70	0.702	159,811
10 - 11	3/4"	1.00	0.260	159,551
11 - 12	3/4"	3.80	0.988	158,563

---

Considerando las temperaturas obtenidas, cálculo  
 $T_2$  promedio para cada diámetro, tomando como valores para promedios

Sector 1

$T_2$  para  $\emptyset$  3/4

$$139,849 + 140,779 + 142,599$$

$$143,795 + 144,835 + 145,771$$

$$\frac{\cdot}{\cdot} \quad 6 = 142,855 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$T_2$  para  $\emptyset$  1"

$$146,811 + 147,825 + 148,501 + 150,893$$

$$152,113 + 152,180 + 153,714 + 160,734$$

$$\frac{\cdot}{\cdot} \quad 8 = 151,597 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$T_2$  para  $\emptyset$  1 1/4"

$$160,994 + 161,696 +$$

$$162,684 + 164,036 \quad \frac{\cdot}{\cdot} \quad 4 = 162,353 \text{ } ^\circ\text{F}$$

T<sub>2</sub> para Ø 2"

$$167,936 + 170,978 \div 2 = 169,457 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Sector 2 y A

T<sub>2</sub> para Ø 3/4"

$$\begin{aligned} &158,563 + 159,551 + 159,811 + 160,071 \\ &+ 159,759 + 160,851 + 160,851 + 161,111 \\ &+ 161,215 \div 0 = 160,198 \text{ } ^\circ\text{F} \end{aligned}$$

T<sub>2</sub> para Ø 1 1/4

$$161.293 \text{ } ^\circ\text{F}$$

T<sub>2</sub> para Ø 2"

$$170,998 + 167,936 \div 2 = 169,467 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Cálculo de dt para cada diámetro de tuberíaPara el Sector 1

$$dt \text{ ( } 3/4'' \text{ )} = \frac{180 + 142,855}{2} - 65$$

$$= 46,428 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$dt \text{ ( } 1'' \text{ )} = \frac{180 + 151,597}{2} - 65$$

$$= 100,799 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$dt \text{ ( } 1 \text{ } 1/4'' \text{ )} = \frac{180 + 168,353}{2} - 65$$

$$= 106,177 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$dt \text{ ( } 2'' \text{ )} = \frac{180 + 169,457}{2} - 65$$

$$= 109,729 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Para el sector 2 y A

$$dt \text{ ( } 3/4'' \text{ )} = \frac{180 + 160,198}{2} - 65$$

$$= 105,099 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$dt(1") = \frac{180 + 160,331}{2} - 65$$

$$= 105,166 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$dt(1\ 1/4") = \frac{180 + 161,293}{2} - 65$$

$$= 105,647 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$dt(2") = \frac{180 + 169,467}{2} - 65$$

$$= 109,734 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Considerando tubería con aislamiento

Para la aplicación de la fórmula calculare los valores de  $k$   $l$   $dt$  en el que los valores dados para la tubería de cobre con aislamiento de 85% de magnesio y de una pulgada de espesor y son los siguientes:

Tuberías de cobre	tipo "L"
Ø 1 1/2"	0.101
Ø 3/4"	0.132
Ø 1"	0.152

Ø	1 1/4"	0.172
Ø	1 1/2"	0.184
Ø	2"	0.196
Ø	2 1/2"	0.230
Ø	3"	0.255

Luego el calculo seria:

Sector 1

Tuberia (Pulg)	longitud (pies)	K	dt °F	k l dt
3/4"	94.16	0.132	96,428	1,198.504
1"	178.97	0.152	100.799	2,742,035
1 1/4"	87,60	0.172	106,177	1,599,769
2"	152,23	0.196	109,729	3,273,984
<b>T O T A L</b>				<b>18,814.292</b>

Para el Sector 2 y 2A

Tubería (pulg)	longitud (pies)	K	dt	K l dt
3/4"	38.22	0.132	105,099	530,224
1"	14,44	0,152	105,166	290,839
1 1/4"	83.33	0,172	105,647	1,514.238
2"	152.23	0,196	109,734	3,274,133
TOTAL				5,549.434

Por lo tanto

$$Q = \frac{K l dt}{504 (T_1 - T_2)}$$

Q = 0.437 G.P.M.

Para el Sector 1

$$= \frac{8,814.292}{504 (180 - 140)}$$

Para el Sector 2 y 2A

$$Q = \frac{5549.434}{504 (180 - 158,56)}$$

= 0,514 G.P.M.

Luego considerando el funcionamiento de la bomba de 8 minutos en cada hora, el caudal de bombeo ( $Q_B$ ) sera:

Para el Sector 1

$$Q_B = \frac{0,437 \times 60}{8} = 3,278 \text{ G.P.M.}$$

$$Q_B = 3,278 \text{ G.P.M. (0,207 l.p.s.)}$$

Para el Sector 2 y 2A

$$Q_B = \frac{0,514 \times 60}{8} = 3,855$$

$$Q_B = 3,855 \text{ G.P.M. (0,243 l.p.s.)}$$

Dimensionamiento de la tubería de recirculación

Con los valores de el gasto obtenido y en función de el caudal máximo que pueden conducir las tuberías de diferen-



te diámetro como se puede apreciar en las tablas N°16- 17 se hizo el dimensionamiento tal como aparece a continuación:

Nota: La tubería de recirculación para cada sector sera dimensionada hasta el nudo X como se puede apreciar en el grafico N°20 ya que desde este nudo hasta la bomba de recirculación el caudal de bombeo sera la suma de los caudales que requieren los sectores 1, 2 y 2A

Sector 1

$Q = 0,207$  l.p.s. se tiene

$S = 40\%$

$\emptyset = 3/4''$

$V = 0.62$  m/seg

Sector 2 y 2A

$Q = 0.243$  l.p.s. se tiene

$S = 50 \%$

$\emptyset = 3/4''$

$V = 0.75$  m/seg.

Para el conjunto de los sectores 1, 2 y 2A

$Q = 0.450$  l.p.s. se tiene

$S = 40\%$

$\emptyset = 1''$

$V = 0.80$  m/seg.

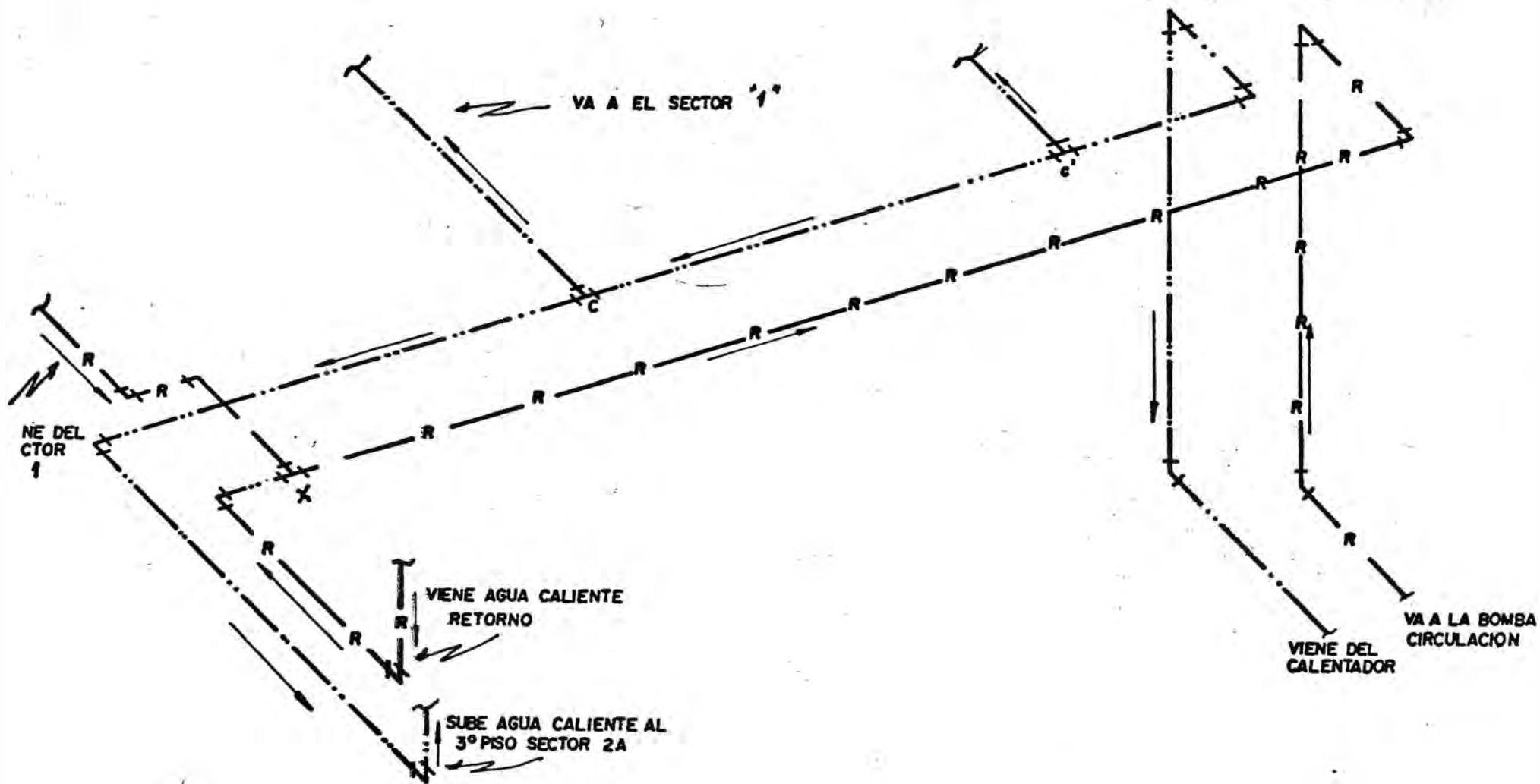


GRAFICO N° 20

Determinación de la Pérdida de Carga de la tubería de recirculación.

Se ha considerado como longitud equivalente por accesorios el 20% de la longitud del tramo luego la longitud equivalente para el cálculo será la longitud del tramo multiplicado por 1.2

Para el Sector 1

$$L \text{ equivalente total} : 1.2 \times 27.30 = 32.76 \text{ mt.}$$

$$h_f = 32.76 \times 0.040 = 1.31 \text{ mt.}$$

Para el sector 2 y 2A

$$L \text{ equivalente total} = 1.2 \times 2. = 2.40 \text{ mt.}$$

$$h_f = 2.40 \times 0.050 = 0.12 \text{ mt.}$$

Para el conjunto de los Sectores

$$L \text{ equivalente total} = 1.2 \times 46.25 = 55.50 \text{ mt.}$$

$$h_f = 55.50 \times 0.040 = 2.22 \text{ mt.}$$

$$h_f \text{ total} = 3.65 \text{ mt ( 11.97 pies)}$$

Temperatura de ingreso a la bomba

Dado que la pérdida de temperatura es proporcional a la longitud de la tubería de alimentación tendremos:

$$\begin{array}{r} 156.3 \text{ mt} \quad - \quad 10^{\circ}\text{F} \\ 91.34 \quad - \quad X \\ \hline X = 5.84^{\circ}\text{F} \end{array}$$

Luego la temperatura de ingreso del agua a la bomba sera:  $13.50^{\circ}\text{F}$

Cálculo de la tubería de Circulación

En el presente anillo que abastece a los sectores 3, 3A, 4 y 5 el punto mas desfavorable esta ubicado a 275.50 mt y corresponde al tramo comprendido entre el calentador hasta el nudo N°40

Luego la pérdida de temperatura por unidd de longitud será:

$$\frac{180 - 140}{275.50} = 0.15 \text{ } ^\circ\text{F/mt}$$

Nota: 140°F ( 60°C) temperatura en el nudo N°40

Mediante el valor de °K/mt calculo las diferentes temperaturas para cada uno de los nudos de el sistema de tuberías de alimentación de agua caliente para lo cual de las hojas de calculos correspondientes al e anillo de alimentación en estudio extraigo los valores de los diámetros y las longitudes de cada tramo.

Luego multiplicando el valor de  $0.15 \text{ } ^\circ\text{F/mt}$  por la longitud de cada tramo tendre la pérdida de calor de c/u de ellos.;

A la temperatura de producción de agua caliente  $180^\circ \text{ F}$  le vamos restando las pérdidas anteriormente calculadas obteniendose la temperatura en c/u de los puntos, los cuales se encuentran tabulados en el cuadro N° 21.

Considerando la temperatura obtenidas, calculo el  $T_2$  promedio para cada diámetro toman como valores para promedios

$T_2$  para  $\text{Ø } 1''$

$$140.06 + 140.32 + 141.94 + 143.06$$

$$144.28 + 145.73 + 146.68 + 147.42$$

$$147.97 + 151.25 + 152.12 + 152.38$$

$$153.08 + 153.69 + 154.21 + 154.99$$

$$155.51 \quad \cdot \quad 17 = 149.10 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$T_2$  para  $\text{Ø } 1 \frac{1}{4}''$

$$155.81 + 157.04 + 157.56 +$$

$$158.36 + 158.39 + 159.55$$

$$160.20 + 160.39 + 160.79$$

$$161.11 + 161.66 + 162.21$$

$$162.76 + 163.43 + 163.88$$

$$\frac{\cdot}{\cdot} \bar{T} = 160.20 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$T_2$  para  $D$  1 1/2

$$164.43 + 165.51 + 166.38 + 167.38$$

$$169.00 + 169.64 + 170.74 + 171.10$$

$$172.10 \frac{\cdot}{\cdot} \quad 9 = 168.33 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Cálculo de  $dt$  para cada diámetro de tubería

$$dt \text{ (1") } = \frac{180 + 149.10}{2} - 65 = 99.55 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$dt \text{ (1 1/4") } = \frac{180 + 160.20}{2} - 65 = 105.10 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$dt \text{ (1 1/2") } = \frac{180 + 168.53}{2} - 65 = 109.27 \text{ } ^\circ\text{F}$$

C U A D R O N°21

Tramo	Ø	Longitud	hT	$\frac{180''}{T^{\circ}F}$
C - Z	1 1/2"	51.00	7.40	172.60
Z - L	1 1/2"	10.30	1.50	171.10
1 - 2	1 1/2"	2.50	0.36	170.74
2 - 3	1 1/2"	7.60	1.10	169.64
3 - 4	1 1/2"	4.40	0.64	169.00
4 - 5	1 1/2"	11.20	1.62	167.38
5 - 6	1 1/2"	7.00	1.00	166.38
6 - 7	1 1/2"	6.00	0.87	165.51
7 - 8	1 1/2"	7.40	1.08	164.43
8 - 9	1 1/4"	3.80	0.55	163.88
9 - 10	1 1/4"	3.10	0.45	163.43
10- 11	1 1/4"	4.60	0.67	162.76
11 - 12	1 1/4"	3.80	0.55	162.21
12 - 13	1 1/4"	3.80	0.55	161.66
13- 14	1 1/4"	3.80	0.55	161.11
14- 15	1 1/4"	2.20	0.32	160.79
15- 16	1 1/4"	2.80	0.40	160.39
16- 17	1 1/4"	1.30	0.19	160.20
17- 18	1 1/4"	4.50	0.65	159.55
18- 19	1 1/4"	8.00	1.16	158.39



19- 20	1 1/4"	0.20	0.03	158.36
20 - 21	1 1/4"	5.50	0.80	157.56
21- 22	1 1/4"	3.60	0.52	157.04
22- 23	1 1/4"	8.50	1.23	155.81
23- 24	1"	2.10	0.30	155.51
25- 26	1"	3.60	0.52	154.99
26- 27	1"	5.40	0.78	154.21
27- 28	1"	4.00	0.58	153.63
28- 29	1"	3.80	0.55	153.08
29- 30	1"	4.80	0.70	152.38
30 - 31	1"	1.80	0.26	152.12
31- 32	1"	6.00	0.87	151.25
32- 33	1"	22.60	3.28	147.97
33- 34	1"	3.80	0.55	147.42
34- 35	1"	5.10	0.74	146.68
35- 36	1"	6.50	0.95	145.73
36- 37	1"	10.00	1.45	144.28
37- 38	1"	8.40	1.22	143.06
37- 38	1"	7.70	1.12	141.94
38- 39	1"	11.20	1.62	140.32
39- 40	1"	1.80	0.26	140.06

40<sup>a</sup>

85\*  
-548

Considerando tubería con aislamiento

Determinare el cálculo de  $K l dt$

( $\varnothing$ pulg)	longitud (pies)	K	dt (°F)	K l dt
1"	356	0.152	99.55	5,386.84
1 1/4"	195	0.172	105.10	3,525.05
1 1/2"	352	0.184	109.27	7,077.20
T O T A L				15,984.09

Por lo tanto

$$Q = \frac{K l dt}{504 (T_1 - T_2)} = \frac{15,989.09}{504 (180 - 140)}$$

$$Q = 0.776 \text{ P.M.}$$

$$Q_B = \frac{0.77 \times 60}{8} = 5.78 \text{ G.P.M.}$$

$$Q_B = 5.78 \text{ G.P.M. (0.36 l.p.s.)}$$

Dimensionamiento de la tubería de recirculación

Procedimiento del Cálculo

1 Con los valores de el gasto obtenido y en función de el caudal máximo que pueden conducir los tuberías de diferente diámetro como se puede apreciar en la tablas N°16- 17 se hizo el dimensionamiento tal como aparece a continuación:

$$Q = 0.36 \text{ l.p.s.}$$

se tiene

$$S = 28\%$$

$$\varnothing = 1''$$

$$V = 0.64 \text{ m/seg.}$$

Determinación de la Pérdida de Carga de la tubería de recirculación

Se ha considerado como longitud equivalente por accesorios el 20% de la longitud del tramo luego la longitud equivalente para el cálculo sera la longitud del tramo mas el 20% del mismo lo que es lo mismo, la longitud del tramo multiplicado por 1.2

$$L \text{ equivalente total} = 1.2 \times 68.70 = 82.44 \text{ mt}$$

$$h_f = 82.44 \times 0.028 = 2.31 \text{ mts.}$$

$$h_f = 7.57 \text{ pies}$$

TEMPERATURA DE INGRESO A LA BOMBA.- Dado que se ha considerado  
 =====

que la pérdida de la temperatura es proporcional a la longitud de la tubería de alimentación, tendremos:

$$257.50 \quad 40^\circ\text{F}$$

$$68.70 \quad X \quad . X = 9.97$$

Luego la temperatura de ingreso del agua a la bomba es:

$$130.03^\circ\text{F.}$$

#### CALCULO DE LA TUBERIA DE CIRCULACION

En el presente anillo que abastece a los sectores 3, 3A, 5 y el 6, el tramo más desfavorable mide 275.90 y corresponde al tramo comprendido entre el calentador y el N° 42, y el que hace la salvedad que entre dicho tramo está ubicado el alimentador que va a la cocina y por lo tanto como se ha planeado la instalación de una máquina lavadora de platos esta requiere para su funcionamiento una temperatura mínima de trabajo 170° F por lo que para el presente capítulo se tendrá:

$$T \text{ en el Nudo 42} = 170^\circ\text{F}$$

Luego la pérdida de temperatura por unidad de longitud se

$$\frac{180 - 70}{275.90} = 0.036^\circ\text{F/mts.}$$

Mediante el valor de °F/mt se calcula los diferentes temperaturas para cada uno de los nudos de el sistema de tuberías de alimentación de agua caliente para lo cual de las hojas de cálculo correspondientes a el arillo de alimentación en estudio extraigo los valores de los diámetros y las longitudes de cada tramo.

Luego multiplicando el valor de 0.036 F/mt por la longitud de cada tramo tendrá la pérdida de calor de c/u de ellos.

A la temperatura de producción de agua caliente 180° F le vamos restando las pérdidas anteriormente calculadas obteniendose la temperatura en c/u de los puntos los cuales se encuentran en el cuadro N°22

Considerando la temperatura obtenidas 1 cálculo el  $T_2$  promedio para cada diámetro tomando como valores para promediar:

$T_2$  para  $\varnothing$  1 1/2"

$$170.068 + 170.086 + 170.216 + 170.288$$

$$\div 4 = 170,165 \text{ } ^\circ\text{F}$$

## C U A D R O N° 22

TRAMO	D	LONGITUD	ht°	T° (F)
CAL				180.00
CAL- D	2"	30.70	1,105	178,895
D - 1	2"	6.30	0,227	178,668
1 - 2	2"	3.40	0,122	178,546
2- 3	2"	17.00	0,612	177,934
3- 4	2"	11.20	0,403	177,531
4- 5	2"	5.30	0,191	177,340
5- 6	2"	15,70	0,565	176,775
6- 7	2"	6.30	0,227	176,548
7- 8	2"	35.50	1,278	176,270
8- 9	2"	2.20	0,079	175,191
9- 10	2"	0.50	0,018	175,173
10- 11	2"	1.20	0,043	175,130
11- 12	2"	5.20	0,187	174,943
12- 13	2"	2.20	0,079	174,864
13- 14	2"	1.70	0,061	174,803
14- 15	2"	3.80	0,137	174,666
15- 16	2"	10.70	0,385	174,281
16- 17	2"	5.40	0,194	174,087
17- 18	2"	3.20	0,115	173,972

18- 19	2"	3.80	0,137	173,835
19- 20	2"	6.50	0,234	173,601
20- 21	2"	13.00	0,468	173,133
21- 22	2"	3.20	0,115	173,018
22- 23	2"	2.50	0,090	172,928
23- 24	2"	2.10	0,076	172,852
24- 25	2"	4.70	0,169	172,683
25- 26	2"	2.50	0,090	172,593
26- 27	2"	4.00	0,144	172,449
27- 28	2"	11.00	0,396	172,053
28- 29	2"	3.80	0,137	171,916
29- 30	2"	1.30	0,047	171,869
30- 31	2"	1.30	0,047	171,822
31- 32	2"	0.30	0,011	171,811
32-33	2"	7.00	0,252	171,559
33- 34	2"	1.40	0,050	171,509
34- 35	2"	3.30	0,119	171,390
35- 36	2"	0.80	0,029	171,361
36- 37	2"	7.30	0,263	171,098
37- 38	2"	5.40	0,194	170,904
38- 39	2"	10.50	0,378	170,526
39- 39'	1 1/2"	6.60	0,238	170,288
39'- 40	1 1/2"	2.00	0,072	170,216
40- 41	1 1/2"	3.60	0,130	170,086
41- 42	1 1/2"	0.50	0,018	170,068

T<sub>2</sub> para D 2"

$$170.526 + 170.904 + 171.098 + 171.361$$

$$171.380 + 171.509 + 171.559 + 171.811$$

$$171.822 + 171.869 + 171.916 + 172,053$$

$$172,449 + 172,593 + 172,683 + 172,852$$

$$172,928 + 173,018 + 173,133 + 173,601$$

$$173,835 + 173,972 + 174,087 + 174,281$$

$$174,666 + 174,803 + 174,864 + 174,943$$

$$175,130 + 175,173 + 175,191 + 176,270$$

$$176,548 + 176,775 + 177,340 + 177,531$$

$$177,934 + 178,546 + 178,668 + 178, 895$$

$$\frac{\div}{\cdot} 40 = 174,013$$

Cálculo de dt para cada diámetro de tubería

$$dt = ( 0 1 1/2" ) = \frac{180 + 170,165}{2} - 65$$

2

$$= 110,083^{\circ}\text{F}$$



$$dt \text{ ( } ^\circ\text{F)} = \frac{280 + 174,013}{2} - 65$$

$$= 112,007 \text{ } ^\circ\text{F}$$

?Considerando tubería con aislamiento especial

Determinaré el cálculo de  $K \cdot l \cdot dt$

$\phi$ (pulg)	Longitud (pies)	K	dt $^\circ\text{F}$	$K \cdot l \cdot dt$
1 1/2"	41.67	0.184	110,083°	844,006
2"	863,52	0.196	112,007	18,957.19
TOTAL				19,801.196

Por lo tanto

$$Q = \frac{K \cdot l \cdot dt}{504 (T_1 - T_2)} = \frac{19,801.20}{504 (180 - 170)}$$

$$Q = 3.93 \text{ G.P.M.}$$

Luego considerando el funcionamiento de la bomba de 8 minutos en cada hora el caudal de bombeo ( $Q_B$ ) será:

$$Q_B = \frac{3.93 \times 60}{8} = 29.47 \text{ G.P.M.}$$

$$Q_B = 29.47 \text{ G.P.M.} \quad (1.86 \text{ l.p.s.})$$

Dimensionamiento de la tubería de recirculación

Sectores 3 3A- 5 y 6

Con los valores de el gasto obtenido y en función de el caudal máximo que pueden conducir las tuberías de diferente diámetro como se puede apreciar en las tablas N°16-17 se hizo el dimensionamiento tal como aparece a continuación:

$$Q = 1.86 \text{ l.p.s.}$$

$$S = 60\%$$

se tiene

$$\varnothing = 1 \frac{1}{2}''$$

$$V = 1.4 \text{ m/seg.}$$

Determinación de la Pérdida de carga de la tubería de recirculación

$$L \text{ equivalente } \text{total} = 1.2 \times 31.70 = 38.04 \text{ mt.}$$

$$h_f = 38.04 \times 0.060 = 2.28 \text{ mt.}$$

$$h_f = 7.48 \text{ pies}$$

Temperatura de ingreso a la bomba

Dado que la pérdida de temperatura es proporcional a la longitud de tubería de alimentación tendremos:

$$\begin{array}{r} 275.90 \quad 10^\circ\text{F} \\ 31.70 \quad X \\ \hline X = 1.13^\circ\text{K} \end{array}$$

Luego la temperatura de ingreso del agua a la bomba sera  $168.94^\circ\text{F}$ .

## CONSIDERACIONES IMPORTANTES (Recapitulando)

### AISLAMIENTO.

En las medianas instalaciones de agua caliente es necesario recubrir las tuberías con aislantes térmicos que disminuya al mínimo la pérdida de temperatura que significa mayor costo de operación.

Para ello es necesario materiales eficaces como carbonatos de magnesio como amianto y/o asbesto, prensado, fabricado en segmentos que se ajustan al diámetro de las tuberías; lana de vidrio forada, y láminas en segmentos semicirculares.

Estos materiales son fabricados en diferentes espesores, dando los fabricantes los coeficientes de conductividad térmica y las especificaciones de uso e instalación.

### DILATACION

Debido a los cambios de temperatura en las tuberías de agua caliente se producirá dilataciones o contracciones en la misma

Para observar estos cambios de longitud, deberá pro-

veerse la instalación de uniones de expansión, sobre todo en medianas y grandes instalaciones.

En el diseño de las redes de agua caliente y circulación deberá considerarse los tramos de mayor longitud seccionándolos con puntos fijos de apoyo para luego calcular la dilatación para cada tramo, de acuerdo a la longitud que pueda absorber la unión de expansión elegida.

Pueden adquirirse o fabricarse uniones de expansión de curva o del tipo de telescopio. Las primeras son más económicas y utilizadas donde no hay espacio suficiente para diámetros mayo-

#### DETERMINACION DE UNA BOMBA DE CIRCULACION PARA UN SISTEMA DE AGUA CALIENTE

- 1.- Donde un sistema de agua caliente tiene largas distancias de tuberías, con numerosos codos y accesorios, la fricción en el sistema puede ser suficiente como para impedir en el sistema la normal y natural circulación de agua caliente, en tales

casos se debe instalarse una bomba para provocar la circulación.

- 2.- Cuando se instala una bomba esta deberá ser conectada en la parte final de la tubería de retorno del sistema, al lado del agua fría del calentador, justamente cerca del ingreso.
- 3.- El propósito de la bomba no es bombear el agua caliente sino provocar la circulación del agua en el sistema de tal manera que cuando se abre una llave, casi instantáneamente fluya agua caliente. Por consiguiente la capacidad de la bomba debe ser tal que contribuya al movimiento del agua a través de las tuberías a tal velocidad como para prevenir que se enfríe.
- 4.- La capacidad de una bomba determinada por la regla que sigue asegura una circulación adecuada, de tal manera que el agua caliente siempre fluirá rápidamente por cualquier llave o aparato.
  - a) Un galón por minuto cada veinte aparatos que usen agua caliente estén abiertas y debidamente protegidas.

b) Un galón por minuto cada cuatro aparatos donde las tuberías no estén cubiertas.

La fricción en un sistema de agua caliente es generalmente comunal; por consiguiente la carga por la cual la bomba debe descargarse, variará rara vez entre 15 a 20 pies.

Selección de la Bomba de REcirculación para el anillo de los sectores 1-2 y 2A

Con el gasto de 7.140 G.P.M. y una altura dinámica total menor que 20 pies que es lo máximo permisible en nuestro caso 11.97 pies.

Utilizando el catálogo Bell y Gossett Company de Bombas de recirculación seleccionamos la bomba siendo esta la N° 1" HV

H.D.T. = 11.97 pies; Ø succión e impulsión 1"

Q = 7.14 G.P.M. motor : 1/6 HP

Temperatura de arranque = 133.50 °F  
Temperatura de parada = 180.00 °F

Selección de la bomba de recirculación para el anillo de los sectores 3, 3A, 4 y 5

Con el gasto de 5.78 G.P.M. y una altura dinámica total menor que 20 pies que es lo máximo permisible en nuestro caso es 7.57 pies.

Utilizando el catálogo Bell y Gossett Gompany de bombas de recirculación seleccionamos la bomba siendo esta la N° 125 cuyas características son:

H.D. T = 7.57 pies      Temperatura arranque = 130.03°F

Q = 5.78 G.P.M.      Temperatura parada = 180°F

Ø succión e impulsión = 1 1/4"

motor de 1 1/2 H.P.

Selección de la Bomba de recirculación para el anillo de los sectores 3-3A-5 y 6



Con el gasto de 29.47 G.P.M. y la altura dinámica total de 7.48 pies se seleccionó la bomba N°2 cuyas características son:

H.D.T. = 7.48 pies, temperatura arranque 168.94°F

Q = 29.47 G.P.M. Temperatura de parada 180°F

Ø de succión e impulsión 2"

motor de 1/6 HP.

Como finalización de este capítulo relacionado con el sistema de agua caliente, hago mención de los acápites del Reglamento de CÓDIGO DE NORMA (NIELSEN).

#### SSISTEMA REQUERIDO DE SUMINISTRO DE AGUA CALIENTE

Los edificios y las porciones de ellos estarán provistos con sistemas de plomería diseñados para eliminar los desechos de todos los accesorios y para proveer de agua fría a todos los inodoros y mingitorios, y de agua fría y caliente a todos

los fregaderos, lavaderos, máquinas lavadoras automáticas, lavabos, tinas de baño y ditas que se requieran en ellos a menos que se den otras disposiciones aquí.

AGUA CALIENTE PARA MAQUINAS LAVADORAS DE PLATAS y  
ACCESORIOS. COMERCIALES

Deben proveerse las máquinas y los accesorios comerciales para lavado de platos que se usen agua caliente con agua de 140° a 160°F para lavado y de 180° a 190° para desinfección.

VALVULA DE ESCAPE DE PRESION

Debe proveerse una válvula aprobada para el escape de presión en el equipo de plomería usado para calentar o para almacenar agua caliente. Esa válvula debe ser de capacidad de escape adecuada para el equipo servido.

VALVULA DE ALIVIO DE LA TEMPERATURA O ADITAMIENTO

INTERRUPTOR DE LA ENERGIA

Debe proveerse el equipo usado para calentar o para almacenar agua caliente de una válvula para alivio de temperatura o de un aditamiento interruptor de la energía aprobados. Las válvulas de alivio de la temperatura deben ser de la capacidad de alivio adecuada para el equipo servido. Los aditamientos interruptores de energía deben ser de funcionamiento adecuado para el equipo.

VALVULA DE ESCAPE COMBINADA DE PRESION Y TEMPERATURA

Puede proveerse una válvula de escape combinada de presión y temperatura de capacidad de alivio adecuada en lugar de válvulas separadas para el escape de la presión y la temperatura.

LOCALIZACION DE LAS VALVULAS DE ESCAPE Y DE LOS ADITAMIENTOS INTERRUPTORES DE LA ENERGIA.-

Las válvulas de escape de la presión deben instalarse en la línea de suministro de agua fría que conduce al calentador o al tanque servido, excepto que en las áreas en la que es apreciable la formación de incrustaciones debidas a la dureza, esta válvula debe instalarse en un lugar aprobado de la línea de suministro de agua caliente que sale del calentador o del tanque servido.

Las válvulas de alivio de temperatura y combinadas para presión y temperatura deben instalarse de manera que el elemento sensible este sumergido en el agua más caliente, en lugares tales como: dentro de las 6 pulgadas más altas del tanque si este es un tanque de almacenamiento de agua caliente calentado por la parte inferior; por encima de la entrada de agua caliente a un tanque equipado con un calentador de agua de tipo de brazo lateral y por encima del más alto elemento de calentamiento de un calentador eléctrico de agua.

Las válvulas de alivio deben instalarse de manera que no intervenga ninguna válvula de retención o de paso entre la válvula de alivio y el calentador o el tanque servido.

Los aditamentos de interrupción de energía del tipo de inmersión deben estar instalados de manera que el elemento

sensible a la temperatura este sumergido según se requiere para las válvulas de alivio de la temperatura. Los aditamentos interruptores de energía del tipo de abrazadera deben instalarse de manera que el elemento sensible a la temperatura quede montado sobre la pared del tanque y para que responda a la temperatura más alta dentro del mismo.

#### CONEXIONES DE LA SALIDA DE LA VALVULA DE ESCAPE

Ninguna salida de escape de las válvulas de alivio deben conectarse directamente al drenaje o la tubería de ventilación. En donde los tubos de tales salidas de escape descarguen en accesorios de plomería, deben proveerse un espacio de aire en conformidad con los espacios de aire mínimos requeridos para salidas de agua potable en los accesorios de plomería. Ninguna salida de escape o ningún tubo de escape deben descargar de manera que constituyan un peligro, una causa potencial de daño o que de otra manera sean una molestia.

LOCALIZACION DE LAS MARCAS DE LA PRESION EN LOS  
TANQUES DE ALMACENAMIENTO

Los tanques de almacenamiento de agua caliente deben instalarse de manera que sus marcas de presión, que muestren las presiones de trabajo máximo permisible, estén en un lugar accesible para su inspección.

VALVULAS O LLAVES DE DESAGUE PARA TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA CALIENTE

Los tanques de almacenamiento de agua caliente deberán estar provistos con llaves o válvulas para su vaciado.

SISTEMAS DE CIRCULACION DEL TIPO DE RETORNO.-

Cuando se requiera los sistemas de suministro de agua caliente en viviendas diferentes de las de una o dos familias deben ser del tipo de circulación de retorno, en edificios de más de cuatro pisos de altura y en edificios en donde la longitud total de la tubería de agua caliente, desde la fuente de suministro de agua caliente al accesorio abastecido más lejano, exceda de 100 pies.

## C A P I T U L O XI

## DESAGUE

SISTEMA DE DRENAJE

Disposición de Aguas Negras.- Todo edificio en general en los cuales se instalen accesorios de plomería debe ser provisto de un sistema de drenaje sanitario para conducir las aguas negras desde los accesorios hasta un medio adecuado y aprobado de eliminación tal como las Redes Públicas de Desagües ó combinada cuando sea accesible. En los lugares donde no pueda obtenerse un sistema público se debe proveer un sistema aprobado de eliminación de aguas negras privado.

Dichos sistemas privados deben ajustarse a los reglamentos de las autoridades sanitarias que tengan jurisdicción en la región.

No se deben descargar aguas negras en alcantarillas destinadas unicamente para aguas de lluvia, ni se deben de canalizar a la tierra ó a una corriente de agua pública.

Las aguas negras, u otros desechos que pueden ser de ~~inter~~tereo para las aguas superficiales o subterráneas; no se deben descargar en la tierra ó en una corriente de agua a no ser que se hagan inocuas, sometiéndolas a un tratamiento de acuerdo a las normas sanitarias pertinentes..

En los lugares donde se pueden obtener Redes Públicas de Desague ó combinadas para la eliminación de las aguas negras de una edificación; se recomienda que el sistema de drenaje sanitario del edificio este conectado al sistema público. Siendo este método más satisfactorio de asegurar la eliminación de las aguas negras sin el mayor peligro para la salud.

Ningún otro método conocido da el mismo servicio con la conveniencia, confiabilidad, capacidad, y ausencia de problemas para la vida de cualquier edificio dado.

La eliminación de los desperdicios se debe ajustar a los reglamentos de la autoridad sanitaria que tenga jurisdicción.

Por lo general no todos estos desperdicios presentan el mismo peligro algunos requieren poco ó ningún tratamiento y precauciones especiales, mientras que otros pueden ser sumamente peligrosos para eliminarlos a través del sistema sanitario de drenaje.



Las autoridades sanitarias son las encargadas de regular el uso de materiales radioactivos y permiten que éstos sean usados sólo para laboratorios y personal autorizado, siendo la forma de eliminación que ha de aplicarse con cada sustancia radioactiva particular, la cual es determinada cuidadosamente por las autoridades y de acuerdo con las normas recomendadas por la Comisión de Energía y Atómica.

#### DESAGUES DE LOS EDIFICIOS

Las Redes de Desague de los edificios deben diseñarse e instalarse de acuerdo a los reglamentos de las autoridades sanitarias, en la que vayan a localizarse, en nuestro caso se harán de acuerdo al Reglamento Nacional de Construcciones, los reglamentos de diferentes áreas pueden variar enormemente debido a las condiciones locales, tal como las limitaciones o la capacidad del sistema público de alcantarilla o a la planta pública de tratamiento de aguas negras, a la filtración potencial del agua del suelo a las cloacas públicas, a los procedimientos de mantenimiento establecidas por las autoridades de drenaje de acuerdo con las condiciones de las alcantarillas locales, con las respectivas condiciones del terreno bajo el nivel del suelo, con la construcción de los caminos públicos y sus -

normas de mantenimiento, con el tráfico y las cargas de los caminos, con la estructura subterránea y con los sistemas - de tubería localizaas bajo los caminos públicos y otras muchas condiciones específicas.

Los sistemas de drenaje de aguas de lluvia y los sistemas de desague sanitario deben ser independientes entre sí a no ser que descarguen en un sistema de drenaje público combinado. Por lo tanto en dicho caso,, se puede ser (económica mente) juntar las dos sistemas en algún punto determinado dentro del edificio y desde este lugar salir con una sola tubería de drenaje, siendo esta de doble propósito hasta su conexión con el ramal de la alcantarilla pública combinada.

Al juntarse los sistemas de desague sanitario y el sistema de drenaje de lluvias, debe de realizarse en el nivel más - bajo de tales sistemas,

Por lo que al combinar estos en un nivel superior podría ocasionar inundaciones de posible consideración durante los periodos de lluvia, el cual puede ser el resultado de la obstrucción de los desagues ocasionado por las aguas negras.

Al hacerse el diseño de los desagues pluviales este se basa en su capacidad de flujo máximo para su carga máxima, mientras que los desagues sanitarios se basan en las capacidad de flujo medio para la carga máxima.

Como medida para evitar estos efectos neumáticos excesivos e interferencia en el flujo al combinar estos dos sistemas, se recomienda que el desague pluvial de edificio este conectado con el desague en un mismo plano horizontal y por medio de una "Y"; la cual deberá ser colocada a una distancia de por lo menos diez pies desde cualquier ramal de desague sanitario o también por medio de una sola trapa instalada en el desague pluvial general que sirve a todas las bajadas y a las áreas de desague antes de su conexión con un desague combinado del edificio, con la alcantarilla pública. Dichas trampas deben ser del mismo diámetro del desague horizontal en la cual estarán instaladas; además deben de estar provistas de una conexión para limpieza acce-

sible, del lado de la entrada deben estar colocados dentro del edificio y cuando sea el caso de bajadas pluviales, estas deben ser colocadas en la tubería horizontal en la base de las bajadas.

#### CONEXIONES DE ACCESORIOS Y EQUIPO AL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO

Se debe tener el método sanitario para la conducción de los desechos líquidos y agua negras desde los accesorios hasta una terminal de eliminación segura, lo cual implica conectar las salidas de los desechos de los accesorios directamente al sistema de drenaje sanitario de la edificación.

Aplicando este método una vez que se han descargado los edificios al sistema el drenaje fluye por gravedad hasta la terminal de desechos a través de un sistema de tuberías impermeables al agua y a los gases, la cual ha sido diseñada para dar una segura y rápida eliminación de las aguas negras y para evitar cualquier fuga de los gases del desagüe y olores del sistema de las tuberías hacia los espacios habitables del edificio.

*El método antes mencionado se debe aplicar en todos los accesorios y equipos que descarguen desechos líquidos, exceptuando ciertos accesorios y equipos específicos que requieran tipos especiales de conexiones por una variedad de razones.*

*Todos los accesorios y equipos que son usados para el almacenamiento, preparación o procesado de comida o de bebidas centrales de esterilización o de materiales semejantes los cuales deben de proveerse con espacios de aire, lo que quiero decir es discontinuidades físicas en las respectivas salidas de desechos*

*Estos espacios de aire tienen que ser adecuados para evitar la contaminación del contenido de tales accesorios y de los equipos por cualquier posible regreso de las aguas negras de las tuberías de desagüe directa o indirectamente, siendo recomendable localizarse dentro de una distancia de dos piezas de la salida de los desechos del accesorio o del respectivo equipo y del lado de la entrada de la trampa. Como consecuencia las salidas de desagües de todos los refrigeradores, compartimientos de alimentos y esterilizadores, se deberán proteger contra la contaminación de aguas negras por medio de los respectivos espacios de aire en las salidas de desagüe.*

SISTEMA DE DESAGUE POR DEBAJO DEL NIVEL DE RED PUBLICA  
-----

DE DESAGUE.

=====

Dicho sistema debe de aplicarse cuando el sistema de drenaje ó parte de este mismo. este ubicado a un nivel inferior a el colector de desague del edificio ó a la red pública por lo tanto los edificios ó aguas negras que son conducidos por ellas deben ser eliminadas por un sistema de desague debajo del edificio a un pozo colector (Pozo de aguas negras ó sumideros); equipado con equipo automático para la elevación y descarga de tales líquidos • aguas negras en el sistema de drenaje del edificio por gravedad.

El pozo colector y el equipo elevador deben ser de capacidad y diseños adecuados para el volúmen y clases de líquidos que han de conducirse. Por lo general en grandes instalaciones donde la interrupción del servicio pueda ocasionar inundaciones ó condiciones insulables se recomienda que el equipo consista de un conjunto de dos unidades como mínimo, conectadas en paralelo, para ser usadas en conjunto • alternadamente.

En los pozos colectores que reciben aguas negras

de los sistemas de drenaje por debajo del edificio, se deben de diseñar para que sean herméticos al aire y además de estar provistos de una ventilación que permita el flujo de aire hacia adentro y hacia afuera.

#### Drenajes Subterráneos

Este tipo de drenaje son instalados bajo el piso de bodegas de un sótano o que rodean los muros exteriores del edificio de tal manera que eliminen el agua de tales regiones subterráneas, dicho drenaje debe tener por lo menos 4 pulgadas de diámetro y consistir en tuberías conjuntos abiertos, con ranuras horizontales o perforadas de material aceptable ("Similar al Gráfico Adjunto). Cuando la tubería puede descargar en la alcantarilla pública, los desagües subterráneos deben estar conectados con una trampa accesible para arena y sedimentos y los líquidos deben ser eliminados en el sistema de drenaje pluvial del edificio.

Cuando el desagüe de la trampa interceptora este conectada a un sistema de drenaje pluvial por gravedad que descar-

guen en un sistema de alcantarilla pública, se proveerá una válvula de diseño adecuado para evitar el retroceso del agua en el desague del lado de la salida de la trampa receptora.

#### VALVULAS PARA EVITAR EL CONTRA FLUJO

Para evitar que el agua regrese al sistema de drenaje del edificio y que pueda inundar en tales circunstancias, deben de instalarse válvulas para poder evitar el contra flujo en los sistemas de drenaje donde quiera que sea necesario o donde las autoridades pertinentes lo indiquen.

Referente al diseño de las válvulas estas deben ser de tal manera que eviten el contraflujo del agua y puedan dar un sello mecánico positivo que evite el contraflujo, se debe tener mucho cuidado que cuando esten abiertas completamente, tales válvulas deben tener una capacidad de flujo no menor que la capacidad de la tubería en la cual se le halla instalado (todas las partes de soporte de tales válvulas deben ser de material resistente a la corrosión).



### TRAMPAS EN LOS COLECTORES Y ENTRADAS DE AIRE FRESCO

Cuando se diseñen grandes instalaciones de desagües y estas vayan colgadas del sótano o en ductos especialmente acondicionados, se recomienda colocar trampas "U", las cuales sirven para obtener en ella todos los objetos pesados que suelen hechar en algunos sitios a los desagües, además sirven para evitar de que puedan entrar los roedores a las instalaciones de desagüe dado que tendrían que atravesar el sello hidráulico para entrar a los desagües (dichas trampas "U" deben de contar con dos registros del mismo diámetro de la tubería).

Por otro lado es recomendable en este tipo de desagüe de colocarle un sistema de ventilación para poder eliminar los gases y malos olores y poder airear los desagües.

### CONEXIONES A LOS DESAGÜES SANITARIOS:

Todos los desagües sanitarios de los edificios están diseñados para conducir el flujo a la mitad de su capacidad cuando la carga es máxima, teniendo en cuenta que para evitar el retro-

ceso del flujo del desague del edificio a los ramales, cada conexión del ramal al desague del edificio debe de hacerse en la mitad superior ó porción de espacio de aire, lo cual puede lograrse con conexiones de ramal de  $90^\circ$ , por medio de un codo de un sexto de un ramal y de  $45^\circ$ , ó un codo de  $1/4$  de curvas abierta y un rala en "Y" de  $45^\circ$ , la conexión del ramal en "Y" puede girarse de manera que el ramal este a un ángulo de  $45^\circ$  por encima de la horizontal cuando el codo de un sexto vaya usarse y a un ángulo vertical cuando el codo de un cuarto de curva abierta se vaya a usar.

NOTA: Se puede ver que se pierde menos elevación de inversión con el codo de  $1/6$  y la combinación en "Y"

*Las conexiones de ramal hechas por encima de la mitad superior de los desagues sanitarios del edificio se recomiendan por las siguientes consideraciones:*

- a) Reducen la incidencias de obstrucción que se presentan en los desagues del ramal.*
- b) Producen menor interrupción del flujo en la conexión del ramal de la que ocurría en donde ha de hacerse el ramal horizontalmente dentro del desague.*
- c) Producen menor restricción al flujo de aire del desague del edificio como resultado de la interferencia reductora del flujo en el desague.*
- d) En períodos en que uno ó mas ramales de las bajadas de ventilación*

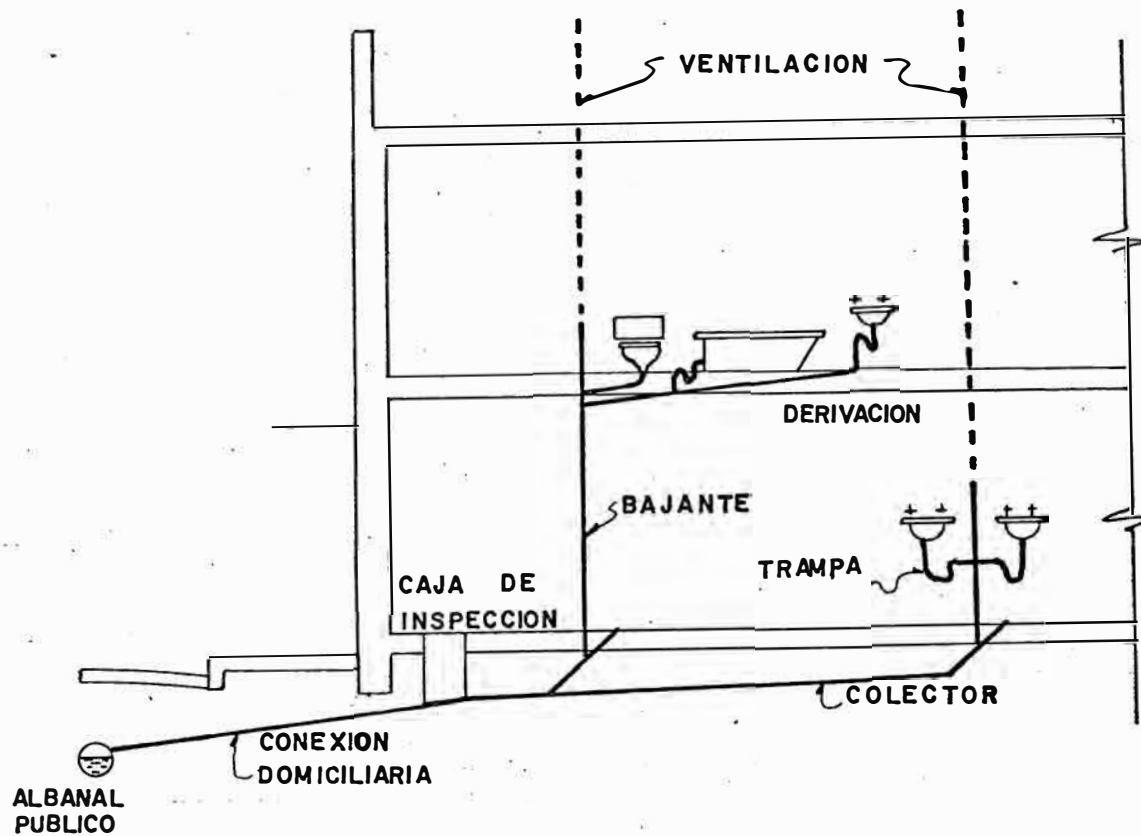
no esten en servicio, se puede usar su área completa de sección transversal para aliviar las presiones que se presentan en los desagües.

#### CONEXIONES PARA LIMPIEZA EN LAS TUBERIAS DE DRENAJE:

Por lo general las tuberías de drenaje están sujetas a la formación de obstrucciones en algún momento y por lo tanto ningún sistema, no importa cuán bien diseñado este, se puede considerar inmune a tales condiciones, lo cual ha sido comprobado por la experiencia.

Para poder solucionar esto se deben de proveer conexiones de limpieza en el desagüe del edificio cerca de su unión con la cloaca del edificio, fuera de él, o en una conexión del ramal en "Y" o en la trampa del edificio inmediatamente dentro de éste además se debe de colocar conexiones para limpieza en todos los cambios de dirección mayores de 45°

Además todas las tuberías horizontales de drenaje de-



ESQUEMA DE LOS ELEMENTOS PRINCIPALES  
DE UNA RED DE EVACUACION

ben de proveerse con conexiones para limpieza espaciada no más de 15 mts. para las tuberías de 4 pulgadas ó menos diámetro y a no más de 30 mts. entre ellas para las tuberías mayores; excepto que para las tuberías de más de 10 pulgadas de diámetro deben de instalarse registros para limpieza de diseño aceptables, equipadas con cubiertas apropiadas para cada cambio de dirección de 90° y a intervalos de 50 mts. como máximo.

Se debe de proveer una conexión accesible para la limpieza en la base de cada baja de desague ó pluvial.

#### PARTES DE QUE CONSTA UNA RED DE EVACUACION

Consta de las siguientes partes:

- 1.- Tuberías de Evacuación propiamente dichas.
- 2.- Los sifones ó trampas.
- 3.- Las tuberías de ventilación.

El conjunto de las tuberías de evacuación de aguas

de un edificio pueden dividirse en 4 partes, las cuales se pueden ver en el Fig. #1,

1.1. Tubería de descarga.

1.2. Ramales horizontales interiores ó derivaciones.

1.3. Ramales verticales, bajadas ó bajantes.

1.4. Ramales horizontales exteriores ó colectores.

#### TUBERIA DE DESCARGA

Corresponden a cada uno de los aparatos sanitarios.

Unen estos con las tuberías horizontales.

#### RAMALES HORIZONTALES INTERIORES Ó DERIVACIONES

Son aquellas tuberías que corren dentro del baño u otra habitación y reciben los servicios de uno ó varios aparatos sanitarios para conducirlos hacia los ramales verticales.

Pueden ser simples cuando sirven a un solo aparato; y compuesto cuando sirven a varios aparatos; en el segundo, varía con las pendientes y el número de aparatos. (de acuerdo a las unidades de peso) según la tabla # 2 son generalmente de hierro fundido.

#### RAMAS VERTICALES, BAJADAS:

Son las tuberías colocadas verticalmente, que reciben los servicios de todo un piso, grupo de baños o grupo de aparatos; por lo general son de hierro fundido, por lo cual son sólidas y durables. Aunque usualmente no se practica, se recomienda que se enlacen por su parte inferior a los colectores horizontales de descarga en dos formas o se coloca un sifón en la base de cada columna, entre esta y el colector, o bien que se enlacen directamente las columnas con el colector, disponiendo de un sifón al final de éste.

El primer sistema tiene la ventaja de que no pasan a las columnas las emanaciones que se producen en el colector, debido a que por su recorrido horizontal se depositan en él fácilmente sustancias sólidas, que llevan el agua en suspensión.



Tiene el inconveniente de ser más caro y de que al mantener los cierres hidráulicos en la base de las columnas facilita la formación de sobre presiones en la parte inferior de éstas, al descargar el agua. Es frecuente el descargar las columnas en una caja de registro que permite la inspección de la base de aquella y facilita el enlace con el colector, sobre todo se éste es de distinto material como ocurre frecuentemente al disponer colectores de concreto ó cemento normalizado.

Las columnas ó bajadas en su parte superior deben prolongarse hasta atravesar la azotea del edificio ó casa y dejar abierto su extremo superior, el cual puede abrirse con un sombrero cuyo objeto no es sólo el de proteger la columna contra la entrada de cuerpos extraños, si no facilitar por la acción del viento, una aspiración de los gases contenidos en aquella.

Para el cálculo de las columnas ó bajadas se adjunta la tabla # 2.

NUMERO MAXIMO DE UNIDADES DE DESCARGA QUE PUEDE SER CONECTADO A LOS  
CONDUCTOS HORIZONTALES DE DESAGUE A Y LAS MONTANTES

DIAMETRO DEL TUBO	NUMERO MAXIMO DE UNIDADES QUE PUEDEN SER CONECTADOS A.			
	CUALQUIER HORIZONTAL DE DESAGUE	MONTANTES DE TRES PISOS DE ALTURA	MONTANTES DE MAS DE 3 PISO TOTAL EN LA MONTANTE	TOTAL POR PISO
1 1/4	1	3	2	1
1 1/2	3	4	8	2
2	6	10	24	6
2 1/2	12	20	42	9
3	20	30	60	16
4	160	240	500	90
5	360	540	1,100	200
6	620	960	1,900	350
8	1,400	2,200	3,600	600
10	2,500	3,800	5,600	1,000
12	3,900	6,000	8,400	1,500
15	7,000	-	-	-

T A B L A N°3NUMERO MAXIMO DE UNIDADES DE DESCARGA QUE PUEDE SER CONECTADO A  
LOS COLECTORES DEL EDIFICIO

DIAMETRO DEL TUBO EN PULGADAS	P E N D I E N T E S		
	1%	2%	4%
2	-	21	26
2 1/2	-	24	31
3	20	27	36
4	180	216	250
5	390	480	575
6	700	840	1,000
8	1,600	1,920	2,300
10	2,900	3,500	4,200
12	4,600	5,600	6,700
15	8,300	10,000	12,000

Una vez presentados los elementos de cálculo, pasaremos a efectuar éstos, para lo cual se presentará un diagrama de cada baño típico en el cual se indicarán las unidades de descarga para cada aparato y ramal, y los diámetros adoptados según las Tablas 7-1 y 7-3.

### RAMALES HORIZONTALES EXTERIORES O COLECTORES.-

Son las tuberías que van a lo largo de patios, jardines, garages, etc; las cuales transportan horizontalmente el agua de las columnas. Los diversos colectores que forman la red horizontal de saneamiento, se unen a su vez en un colector final que lleva el agua a la alcantarilla o red exterior de desagüe. Los materiales más empleados son: Concreto, cemento normalizado, P.V.C asbesto cemento y fierro fundido.

Se debe de colocar cajas de registro de 30 cms. x 60 cms. en los puntos de recibo de bajantes o columnas, en los lugares de reunión de 2 o más colectores, en los cambios de dirección y cada 20 cms. como máximo de longitud en cada colector. Se pueden calcular de acuerdo a la tabla dada para ramales horizontales # 3.

2.1. SIFONES Y TRAMPAS .- Son dispositivos que tienen por objeto evitar que pasen al interior de los edificios las emanaciones procedentes de la red de evacuación y al mismo tiempo materias sólidas en suspensión en el agua, sin que aquellas queden retenidas o se depositen obstruyendo la trampa. El sistema usado consiste en un cierre hidráulico.

Se fabrican de una serie de materiales como Plomo, fundidas de fierro, ó de bronce y presentan un registro asequible a fin de desatorarlo en cada caso de obstrucción.

#### TIPOS DE TRAMPAS

Existen varios tipos de trampas los cuales pueden verse en el gráfico adjunto # 4.

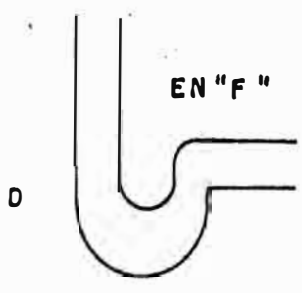
= A, B, C, se colocan a la salida del tubo de descarga del aparato (lavado, lavadero, etc).

= D., empotrado en el pavimento adecuado para aparatos cuyo tubo de descarga arranque muy debajo, como en bañeras, duchas, etc. Se emplea mucho como trampa única que recoge varios servicios de un baño.

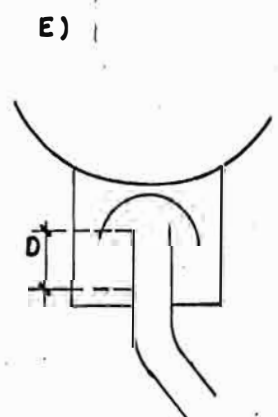
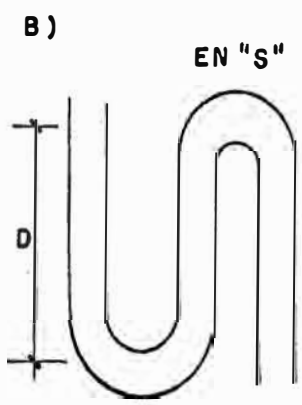
= E y F, para aguas de lluvia ó aguas sucias vertidas sobre el pavimento (patio, lavaderos, garages, etc.).

= G, forman parte del aparato sanitario (W.C).

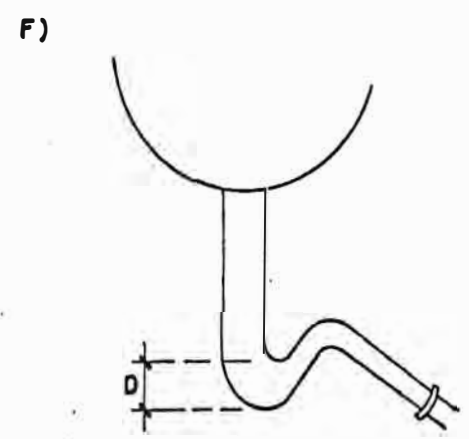
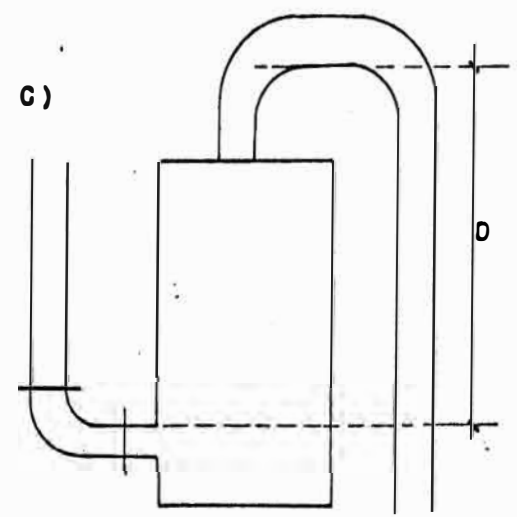
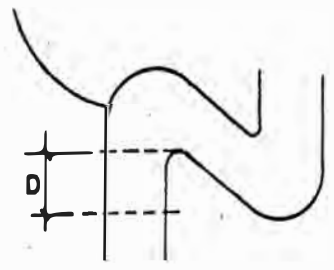
NOTA: La cota "a" indica la altura del cierre hidráulico.



DE BOTE



G) DE SUMIDERO



DE SUMIDERO

INTERNO AL APARATO

### APRECIACION

A primera vista parece natural para el objetivo de una trampa:

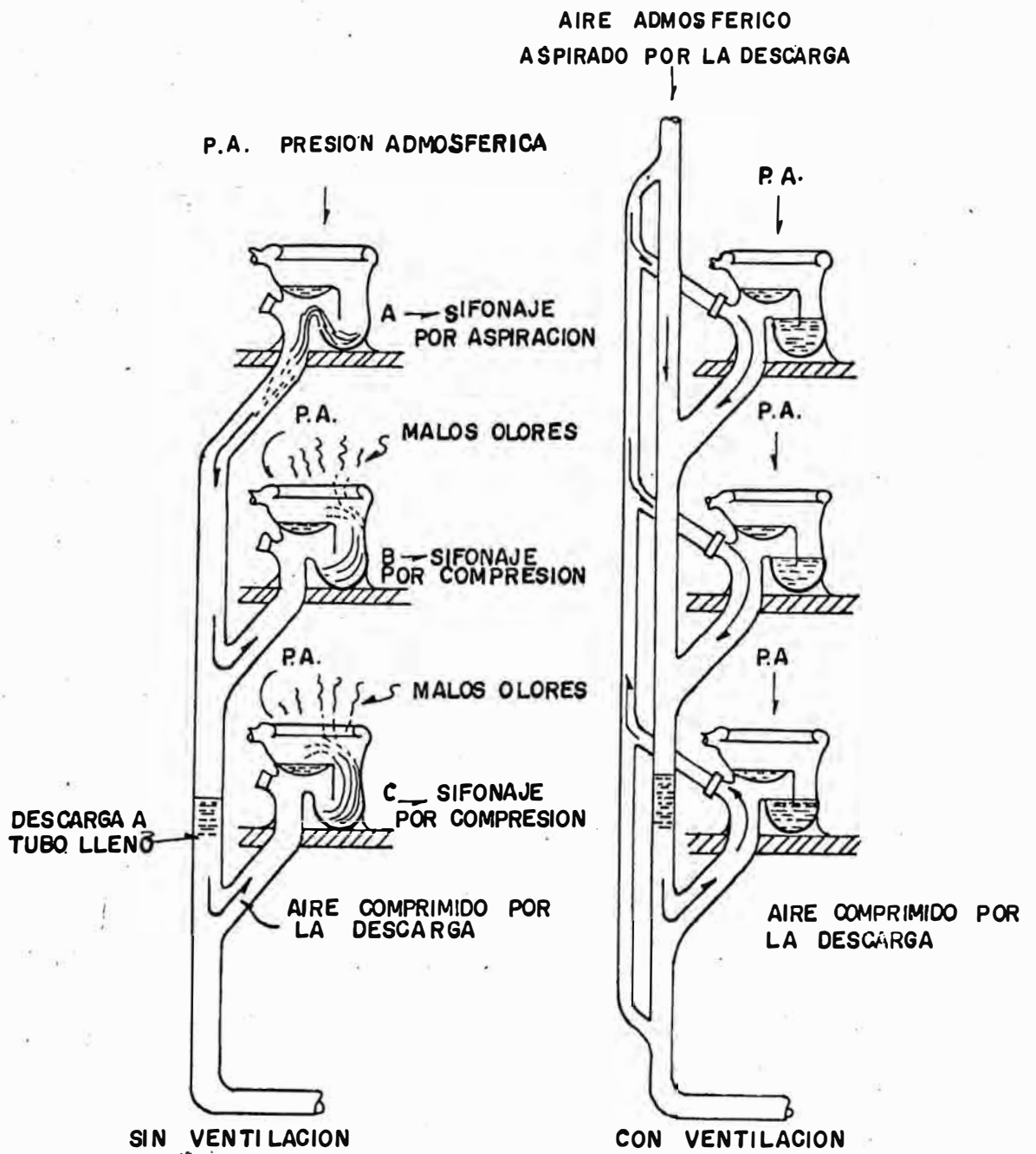
- 1.- Aumentar la cota "a"
- 2.- Aumentar el volúmen de agua retenida.
- 3.- Hacer más difícil el paso del agua.

Sin embargo cada una de estas operaciones tiene el inconveniente de favorecer la obstrucción de la trampa.

Las pruebas experimentales demuestran que la cota "a" no debe ser inferior a 5 cms. para que el cierre hidráulico sea efectivo. Aumentando la posibilidad de retención de las materias sólidas arrastradas por las aguas negras, conviene que "a" no pase de 6 ó 7 cms.

En las trampas para aguas de lluvia ó aguas sucias sin materiales sólidos y de uso poco frecuente; "a" debe ser igual ó mayor de 10 cms.

El aumentar el volúmen de agua no mejora mucho la eficiencia de la trampa y favorecen en cambio la sedimentación de sólidos y de uso poco frecuente al reducir la velocidad del agua;



ESQUEMA DE LA MECANICA DE LA DESCARGA DE UN APARATO Y FENOMENO DEL "SIFONAJE"



el aumento de volumen por otra parte compensa en parte la pérdida de agua por evaporación, y en trampas usadas con poca frecuencia

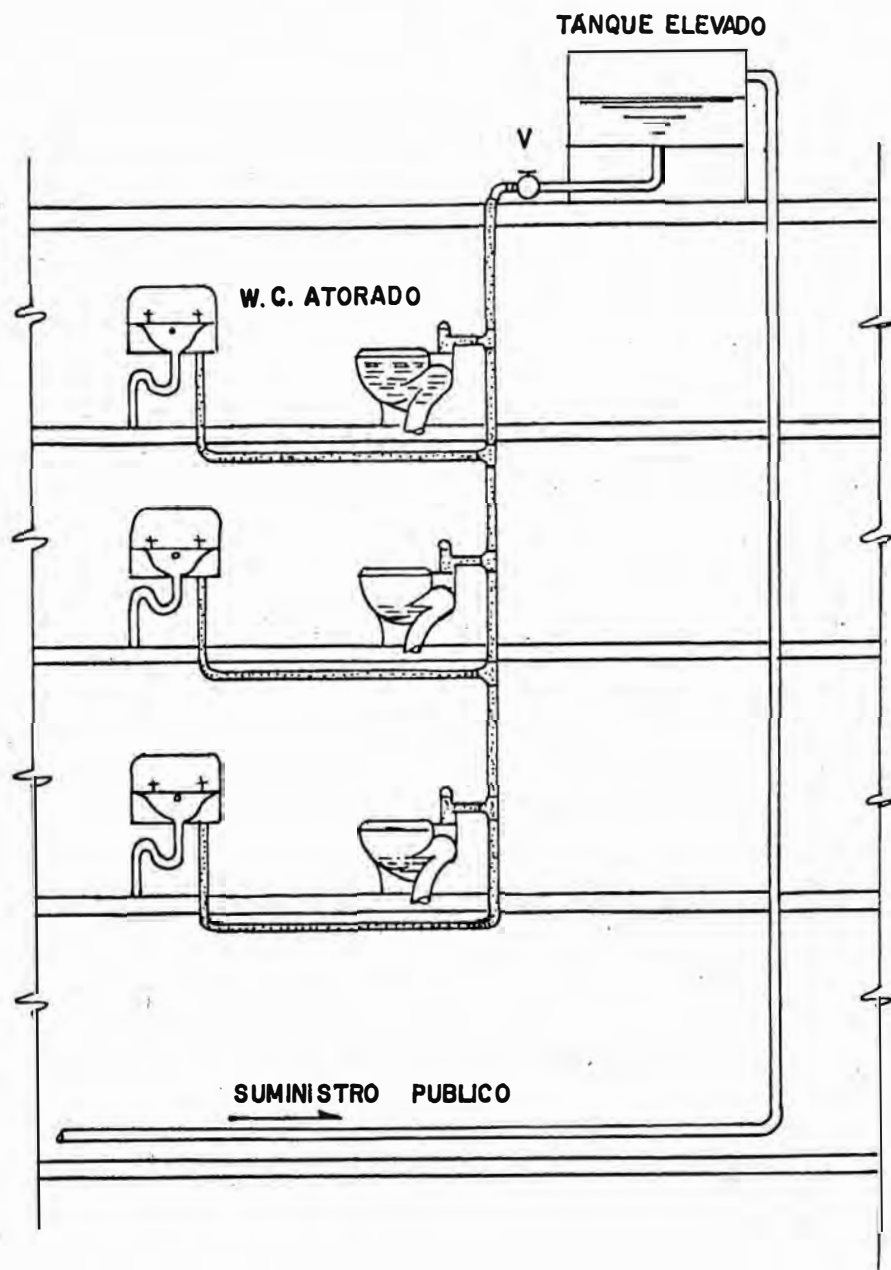
Por lo tanto se recomienda volúmenes grandes de agua en los casos de agua de lluvia ó aguas materiales sólidas y de uso poco frecuente.

El hacer difícil el paso del agua es quizás lo más efectivo para evitar el fenómeno de sifonamiento, pero no es recomendable, por dificultar el paso de los sólidos a través de las trampas.

#### RECOMENDACIONES

Aunque esto suponga gran costo, se debe de instalar la red de ventilación para evitar el sifonamiento.

Fenómeno de Sifonaje en las Trampas. - Entre los problemas más comunes que se presentan en la red de evacuación de los desagües de



**ESQUEMA DE UNA CONEXION CRUZADA**

un edificio es el "SIFONAJE" ó "SIFONAMIENTO" que como ya es sabido consiste en la pérdida del sello hidráulico de las trampas.

Dicho fenómeno puede manifestarse de las siguientes formas:

- 1.- Por roturas de las trampas
- 2.- Por evaporación; el uso de un aparato permite la evaporación del agua contenida en la trampa.
- 3.- Por capilaridad .- Puede ocurrir el caso de una hilacha, pita etc. atascada en el coronamiento de la trampa con un extremo en contacto con el agua y el otro en la rama descendente, agote el sello hidráulico poco a poco.
- 4.- Por autosifonajes.- cuando la tubería de descarga de un aparato es muy larga y de poca sección suele ocurrir que el agua antes de pasar a la derivación o bajante llene completamente la tubería de descarga produciendo tras ella una aspiración que absorbe también el sello hidráulico de la trampa.
- 5.- Por compresión , para poder visualizar mejor este fenómeno; utilizaremos la esquema adjunta # 5.

Supongamos que es descargado el W.C. del piso superior; el agua así descargada llenará un sector de la tubería de bajada formando un verdadero pistón hidráulico que al bajar comprime todo el aire situado debajo. Esto da lugar como se indica en dicha figura, que en las trampas de los aparatos B y C se produzca por la parte interior una presión mayor que la atmosférica empujando el agua de la trampa hacia el aparato, perdiendo por lo tanto, el sello hidráulico.

6.-Por aspiración, de igual manera recurriremos a la figura anterior, y podremos notar que sucederá lo contrario para el aparato "A". En efecto, el aire que queda en la parte superior es enrarecido si es que el tubo de bajada no termina abierto por su extremo superior. Aún estando abierto el tubo, cada vez que el citado pistón hidráulico pasa rápido ante la boca de la tubería de descargo ó derivación de desague, aspira el aire de esta tubería de descarga ó derivación de desague aspira el aire de esta tubería produciéndose una depresión que tiende a aspirar el agua de la trampa.

CONEXIONES CRUZADAS.-

Un grave peligro que puede ocurrir en la instalación sanitaria defectuosa es el de contaminar el agua potable con agua de desague. Aunque la presión propia en las tuberías de agua evitarán la entrada del desague u otra agua servida, puede generarse en ciertos casos un vacío que crea un retroceso del flujo normal, hacia la tubería de agua.

En el esquema adjunto # 6 tenemos un ejemplo de como puede producirse una conexión cruzada.

Si por algún motivo queda cerrada la válvula "V" y se ha obstruido el W.C. del piso superior, al abrirse alguno de los aparatos de los pisos inferiores ocurre un vacío en la parte superior de la tubería de servicio del tanque y el contenido de la taza del W.C. será succionado hacia la tubería. Así mismo, sin la válvula "V" esta abierta y se produce una demanda muy abundante en los pisos inferiores, podría generarse un vacío en la parte superior de la tubería de alimentación y el contenido de la taza del W.C. será sifonado hacia atrás.

Este inconveniente es uno de los motivos por el cual ciertos tipos de W.C. son peligrosos, especialmente aquellos en que

su conexión con la tubería de agua quede debajo del nivel de la trampa del W.C. Esto hace que el retrosifonaje pueda ocurrir en casi cualquier grado de vacío en la tubería de alimentación.

Otros aparatos peligrosos son aquellos que tiene su entrada constante sumergida por debajo del nivel de agua que contiene, o aquellos en los que existe la posibilidad de que sus salidas de agua queden sumergidas cuando se obstruyen los desagües, tales como los Bidets, baños terapéuticos grifos de jardines, lavamanos, tinas, bebederos, etc. También se pueden citar como puntos peligrosos los hidrantes contra incendio enterrados con comunicación a cloacas, tanques o cajas de lavado, válvulas de retención entre un suministro de agua potable y otra de dudosa procedencia, cualquier tubería de agua picada cercana a un desagüe. etc.

Para proveer el flujo inverso de ciertos aparatos y evitar así una conexión cruzada, es necesario que la boca de descarga de agua quede siempre por encima del nivel de inundación.

En la generalidad de los casos la distancia libre debe ser del orden de los 3 cms.

En la tabla adjunta se da el intervalo mínimo para aparatos de uso común. Tabla # 7.

## T A B L A # 7

ESPACIO LIBRE MÍNIMO PARA APARATOS DE USO COMÚN

	Espacio libre mínimo (cms)	
	AFECTADO POR PARED CERCANA	NO AFECTADO POR PARED CERCANA.
Lavamanos con abertura menor de 1/2"	2.5 cms ( 1")	3.8 cms ( 1. 1/2")
Lavaderos de cocina o de ropa y llaves de tina menores de 3/4"	3.8 cms (1.1/2")	5.7 cms. ( 2.1/4")
Llaves de tina de derrame menores de 1".	5.0 cms ( 2")	7.6 cms ( 3")
Diámetros mayores de 1"	2 x diámetro	3 x diámetro

( Tomando de "THE UNIFORM PLUMBING CODE FOR HOUSING" y de "NATIONAL PLUMBING CODE" U.S.A).

### INTERCEPTORES Y SEPARADORES.-

Ciertos desagües tienen un alto porcentaje de grasas, aceite, tierra, arena, pelosidades o se considerarán líquidos objetables que puedan afectar el buen funcionamiento de los servicios, tanto domiciliarios como de la red pública y a un las plantas de tratamiento, se hace necesario el uso de aparatos interceptores no separadores.

El interceptor de grasa (trampa de grasa) es un depósito hecho de concreto o ladrillo o prefabricado en fierro fundido Ver gráfico adjunto # 8 que se coloca lo más cercano posible del aparato o aparatos que sirven.

Se estima que su capacidad debe ser igual al doble del volumen de descarga de los aparatos. Algunos autores se recomiendan 8 lts/persona, otros dan fórmulas empíricas; pero en realidad el volumen debe ser el suficiente para que el líquido depositado se enfríe y la grasa se acumule sobre la superficie. Se puede considerar como (la grasa) el volumen mínimo de el orden de 15 a 30 litros.

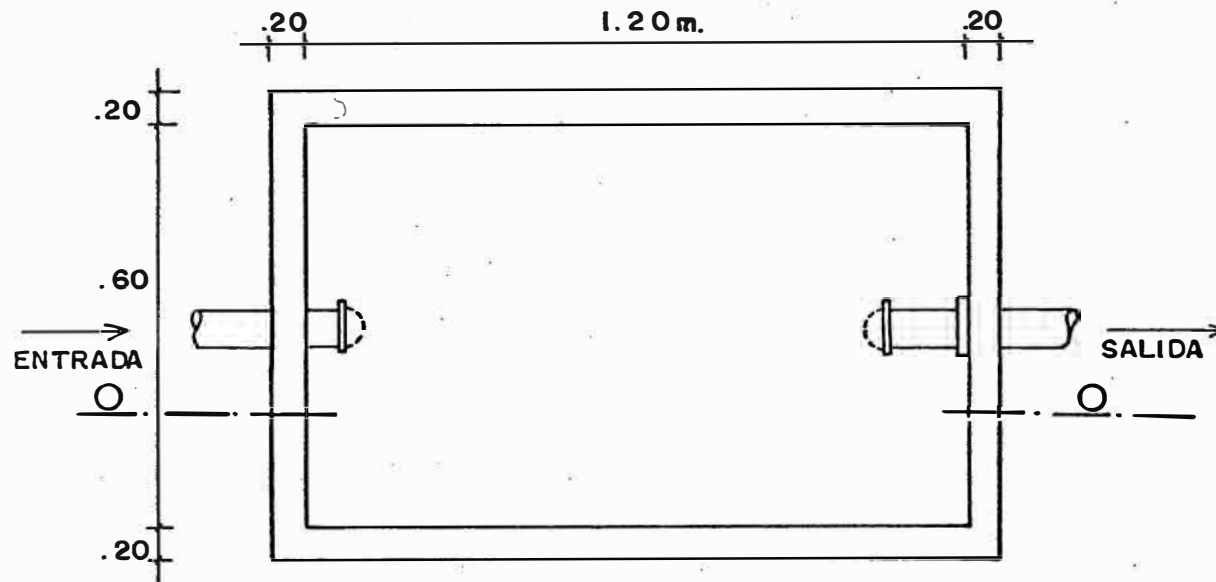
Referente al la tubería de llegada como la de salida



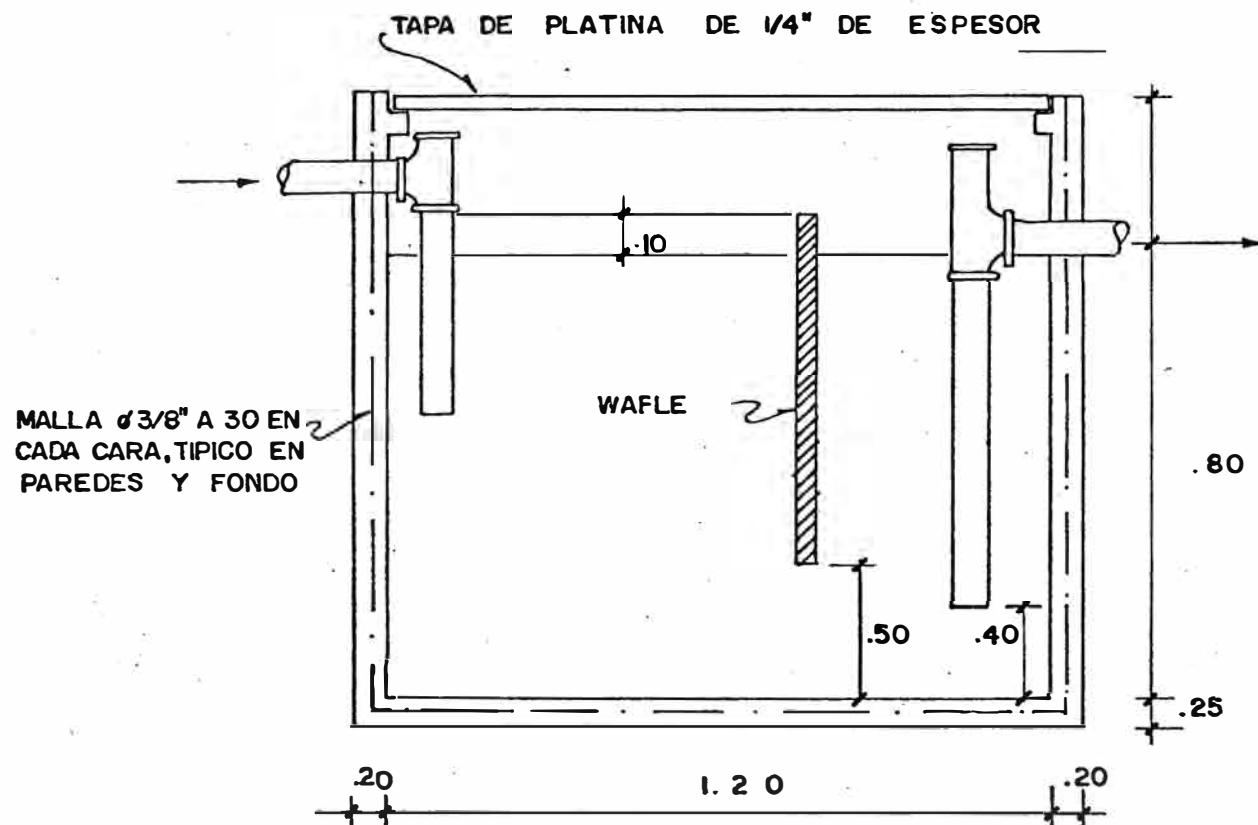
GRAFICO Nº 8

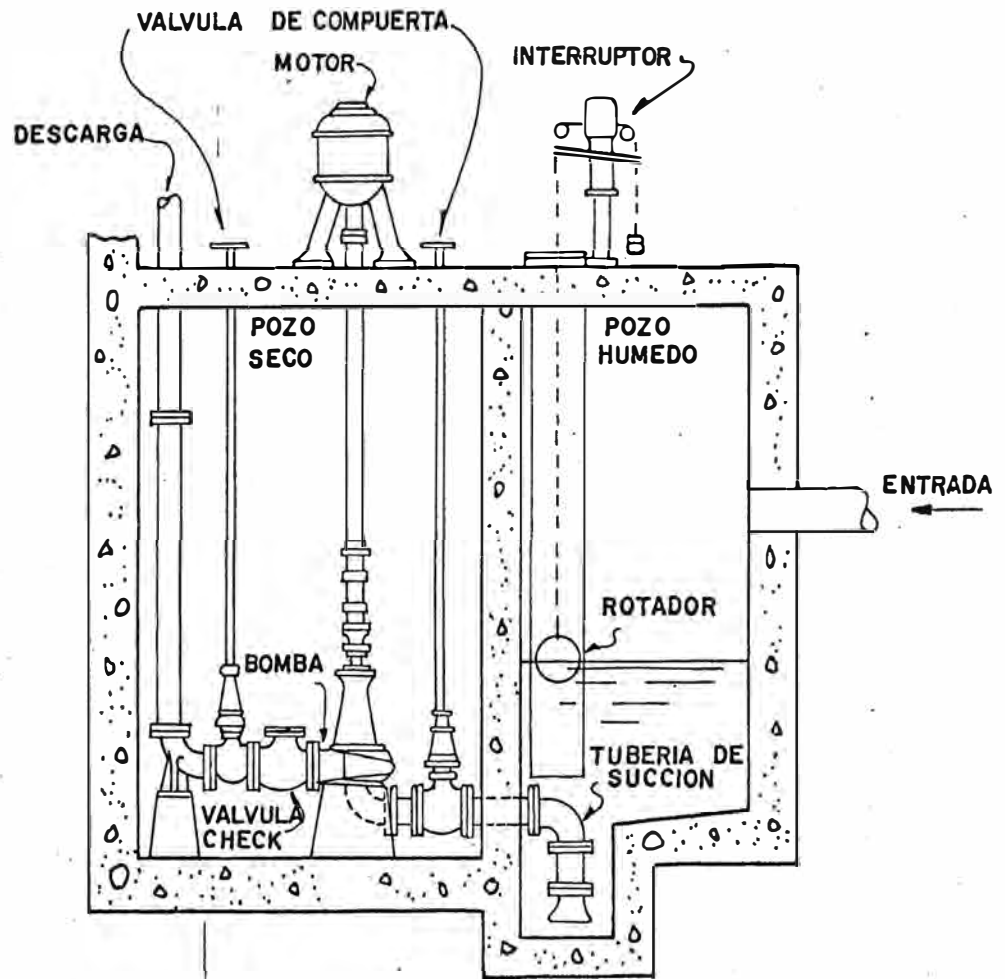
DETALLE TRAMPA DE GRASA S/E

PLANTA

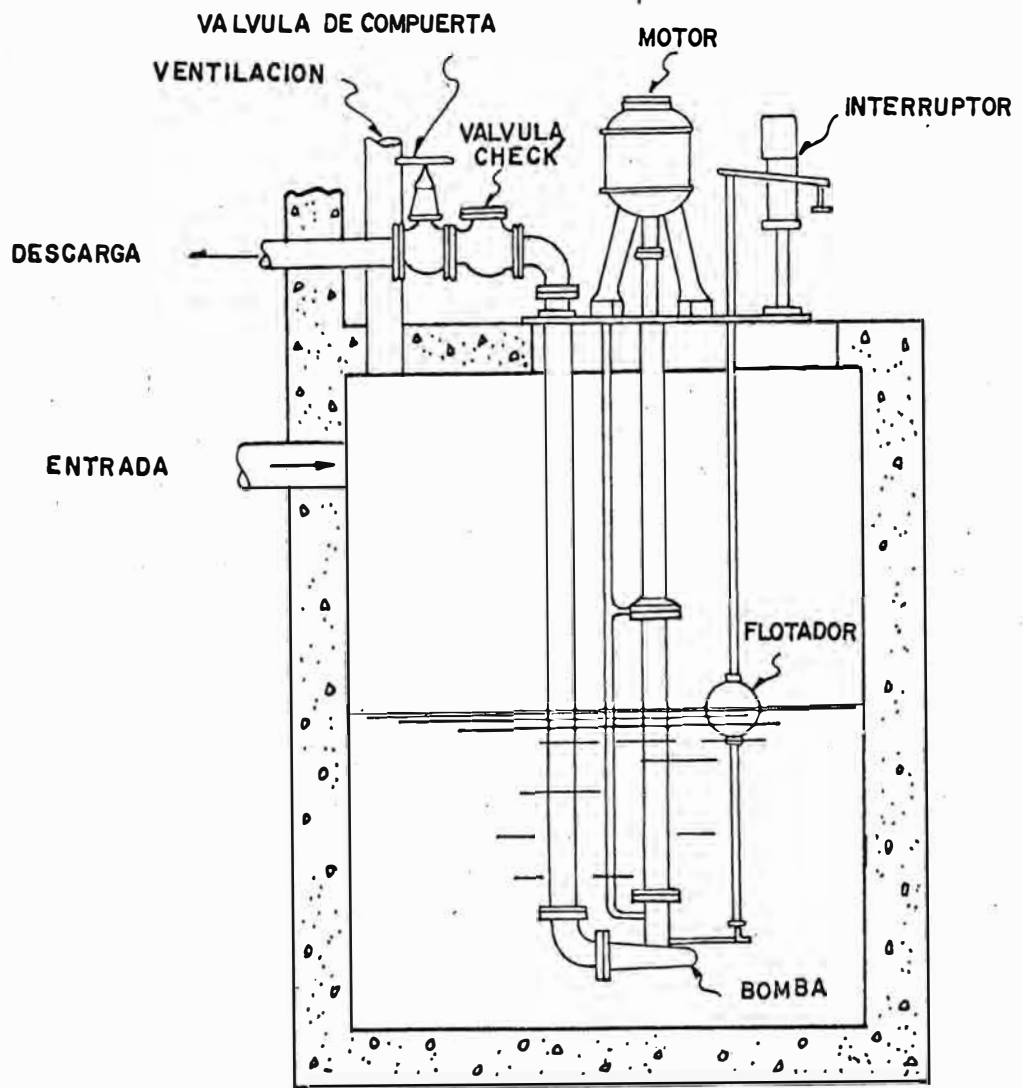


# CORTE 0-0





**BOMBA CENTRIFUGA DISPUESTA EN POZO SECO**



**BOMBA CENTRIFUGA DISPUESTA EN POZO HUMEDO**

**GRAFICO 10**

del interceptor, debe hacerse en forma sumergida para evitar que agitaciones destruyan la capa de grasa que se halla formando. Es común que algunos modelos lleven un tabique divisor para orientar el flujo .

Dado el trayecto que se logra dar a este tipo de aguas servidas, se consigue que grasas se enfríen y por densidad menor suban a la superficie, Las grasas así retenidas son de naturaleza fácilmente putrescibles y producen mal olor si no son eliminadas con frecuencia.

Estos interceptores de grasa son de uso necesario en hospitales, hoteles, restaurantes, comedores públicos u otros establecimientos donde haya evacuación abundante de grasas, más no lo son necesarios en casas o edificios.

Los separadores de aceite se instalan en las instalaciones de servicio de automóviles, talleres de mecánica, grandes garages, o en lugares donde existe el peligro de introducir al sistema de desagüe aceites o materiales inflamables (gasolina, petróleo, kerosene, entre otros).

Los separadores de arena, vidrios, pelos, hilachas, tierra, etc, se suelen instalar en los centros industriales respectivos, (embotelladoras, lavanderias ) para evitar los posibles daños en la red de desague.

La ubicación de los interceptores y los separadores deben estar en lugares accesibles para la inspección y limpieza, cuidándose de no poner sobre ellos maquinarias o equipos pesados, contando además con una ventilación adecuada (2" mínimo).

#### BOMBEO DE DESAGUE

Es muy normal que los desagües recolectores de un edificio sean vertidos por gravedad a la red pública de alcantarillado, sin embargo, en algunos casos se da que la alcantarilla queda a nivel más alto que el punto de descarga elegido, tal como ocurre si dispusiéramos de servicio de sótano del edificio.

Como medida para solucionar este problema se recurre al empleo de bombas automáticas que eleven el desague desde un punto de reunión dándole la altura necesaria para que lleguen luego

por gravedad hasta la red pública.

Entre los sistemas más usados tenemos el de bombas centrífugas de eje vertical situado por debajo del nivel de las aguas sucias, con lo cual se permite un cebado directo. El motor eléctrico para la bomba se comunica con ésta por medio de un eje vertical y se coloca muy por encima del contacto con el líquido.

En la misma forma se dispone la Cámara de Reunión, la Bomba y el Motor; se presentan dos tipos principales:

a) EN POZO SECO.- En este tipo la bomba se ubica en un ambiente separado y conectado al desagüe por medio de un tubo de succión (Ver gráfico adjunto # 9).

b) EN POZO HUMEDO, En este tipo las bombas están sumergidas en el seno del líquido cloacal, cerca del fondo de la cámara; siendo la forma de instalar la más económica que la anterior por su más compacta pero presenta el inconveniente de que cualquier reparación obliga a subir la bomba (Ver gráfico adjunto # 10).

Para cualquier caso se recomienda el empleo de 2 bombas como anteriormente se expuso,

La capacidad de bombeo debe ser igual ó mayor a la M.D.S. en el sótano ó de la sección a drenar, añadida a la capacidad de rebose ó desague de la cisterna si es que la hubiera.

El volúmen de la cámara húmeda debe diseñarse para un período de retención de no mayor de 12 horas.

Además de los dos procedimientos anteriores existe otro para evacuar los desagües de niveles bajos y es el de elevación por medio de bombas Hidroneumáticas; este método que tiene la ventaja de no poner las aguas sucias en contacto con las partes móviles; pero con inconvenientes como el uso obligado de compresores de aire que hacen la instalación muy cerca y voluminosa. Por lo que este sistema ya cayendo ya en desuso por la eficacia y simplicidad de los equipos de bombeo automáticamente a la base de bombas.



## DISEÑO DE LA RED DE DESAGUES

### INTRODUCCION

Para hacer el diseño de la red de tuberías de desagüe no es posible aplicar teóricamente las fórmulas que nos da la hidráulica; dado que existe una serie de factores de incertidumbre muy difíciles de poder determinar; entre los cuales podemos mencionar:

- En las bajadas de desagüe al caer por la misma se mezcla con el aire variando las condiciones del fluido, produciendo además tras de sí en su caída, una succión la cual puede reflejarse en la ruptura del sello hidráulico en las trampas.
- En todas las columnas y colectores es muy difícil valorar la influencia del choque de una corriente contra la otra, proveniente de una derivación por lo que no se pueden determinar los coeficientes adecuados a las resistencias, propias o accidentales, de las tuberías.
- Por lo general los desagües deben de correr por gravedad, salvo

en los casos especiales que lo requieran en otra forma, por lo tanto es necesario darles una pendiente adecuada a fin de obtener una velocidad mínima de 0.60 mts/seg. la cual es suficiente para poder arrastrar las materias sólidas.

- Por otro lado las pendientes deben de ser tales que no excedan la velocidad máxima de 3 mts/seg. la cual es la recomendable para que no se produzcan presiones adicionales en las tuberías las cuales pueden ser capaces de dañarlas o romperlas, con lo cual se provocan fugas por las juntas o que creen el sifonaje de las trampas.

#### UNIDADES DE DESCARGA

Para hacer el diseño de las redes de desagües existen unidades de similar manera que las unidades Hunter, las cuales son utilizadas para el diseño de la red de agua potable, para nuestro caso tratándose de desagües las unidades se les llama "UNIDADES DE DESCARGA", cuya unidad básica ha sido fijada en la descarga de un lavatorio o lavamanos de residencia y al cual se le ha establecido un caudal de 28 lts/min (7.5 gal. min o 1 pie<sup>3</sup>/min).

T A B L A 11

-606

UNIDADES DE DESCARGA DE APARATOS SANITARIOS Y DIAMETRO MINIMO  
DE LA TRAMPA

<u>TIPO DE APARATO</u>	<u>DIAMETRO MINIMO DE LA TRAMPA</u>	<u>UNIDADES DE DESCARGA</u>
Tina	1 1/2" - 2"	2-3
Lavadero de ropa	1 1/2"	2
Bidet	1 1/2"	3
Ducha privada	2"	2
Ducha pública	2"	3
Inodoro (W.C. con tanque)	3"	4
Inodoro (W.C. con válvula)	3"	8
Lavadero de cocina	2"	2
Lavadero con triturador de Desperdicios	2"	3
Bebedero	1"	1/2
Sumidero	2"	2
Lavatorio	1 1/4" - 1 1/2"	1
Urinario de pared	1 1/2"	4
Urinario de piso	3"	8
Urinario corrido	3"	4
Cuarto de Baño (W.C. con tanque)	-	6
Cuarto de baño (W.C. con válvula)	-	8

TABLA 12

UNIDADES DE DESCARGA PARA APARATOS NO ESPECIFICADOS

-607

DIAMETRO DE LA TUBERIA DE DESCARGA DEL APARATO	UNIDADES DE DESCARGA CORRESPONDIENTE
1 1/4" o menor	1
1 1/2"	2
2"	3
2 1/2"	4
3"	5
4"	6

T A B L A 14

NUMERO MAXIMO DE UNIDADES DE DESCARGA QUE PUEDE SER CONECTADO A LOS  
CONDUCTOS HORIZONTALES DE DESAGUE Y LAS MONTANTES.

DIAMETRO DEL TUBO	NUMERO MAXIMO DE UNIDADES QUE PUEDEN SER CONECTADOS A.			
	CUALQUIER HORIZONTAL DE DESAGUE	MONTANTES DE TRES PISOS DE ALTURA	MONTANTES DE MAS DE 3 PISOS TOTAL EN LA MONTANTE	TOTAL POR PISO
1 1/4	1	3	2	1
1 1/2	3	4	8	2
2	6	10	24	6
2 1/2	12	20	42	9
3	20	30	60	16
4	160	240	500	90
5	360	540	1,100	200
6	620	960	1,900	350
8	1,400	2,200	3,600.	600
10	2,500	3,800	5,600	1,000
12	3,900	6,000	8,400	1,500
15	7,000	--	--	-----

Dado que la descarga varía según la continuidad del uso del aparato, se ha establecido la diferencia en el número de unidades según se trate de un servicio privado o público. La tabla # 11 nos da el número de Unidades de Descarga de acuerdo con el tipo de aparato sanitario.

Hay ciertos aparatos especiales en: Industrias, Hospitales, para los cuales no figuran en la tabla anteriormente mencionada, por lo cual es necesario consultar con los fabricantes sobre la estimación conveniente en el número de unidades de descarga; o en todo caso se puede utilizar la tabla # 12 en la cual en base al diámetro de la trampa o del ramal de descarga del aparato, se puede determinar el número de unidades de descarga.

Dada la experiencia práctica que dedico a las Instalaciones Sanitarias, considero recomendable que el diámetro mínimo de tuberías de descarga de los aparatos sanitarios deben ser:

- Diámetro de 2", cuando la descarga del aparato no contiene grasas ni materias sólidas.
- Diámetro de 3", cuando la descarga del aparato contiene materias sólidas como grasas en suspensión.
- Diámetro de 4", cuando la descarga del aparato contiene materias sólidas como las heces fecales.

Se puede tomar para las derivaciones una pendiente máxima de  $\frac{2}{3}$  para las tuberías menores de 4" y  $1\frac{1}{2}$  para las tuberías de mayor diámetro.

Los diámetros mínimos pueden ser tomados de acuerdo a la tabla # 13 que adjunto.

T A B L A N° 13

Diámetros Mínimos para Derivaciones

UNIDADES	DIAMETRO MINIMO (PULGADAS)
1	1 1/4"
4	1 1/2"
7	2"
13	2 1/2"
24	3"
192	4"
432	5"
742	6"

(Tomando de la "NORMA RECOMENDADA" por la División de Ingeniería Sanitaria del S.E.S.P.).

En el diseño y ejecución de las bajadas, estas deben ser mantenidas manteniendo un alineamiento vertical, y utilizando en los cambios de dirección curvas de radio largo, tees sanitarios ó Yees.

Después de algunas experiencias se ha llegado a que en una bajada de 3" el desague adquiere una velocidad de 9 mts/seg. la cual cae de 9 mts. de altura y 10.3 mts/seg. si cae desde 3 mts. no variando mayormente la velocidad para alturas mayores teniendo como conclusión que la longitud de la bajada no crea problemas de velocidades altas, sin embargo para longitudes muy grandes el diámetro se debe diseñar un poco holgado, el cual servirá para permitir un libre flujo de aire y evitar así el sifonaje de las trampas como anteriormente lo he expresado.

El empleo de la tabla # 14 adjunta nos permitirá calcular el diámetro de la bajada, la cual es determinada de acuerdo al número de unidades de descarga. Además se debe tener muy en cuenta que por ningún motivo el tubo de bajada tendrá un diámetro mayor de la derivación que recibe.

En el diseño de los colectores de desague es necesario tener muy presente que el diámetro mínimo del colector, debe

ser capaz de recibir a las bajadas respectivas y de un diámetro no menor que la menor de 4' que es el diámetro de las bajadas.

Dado que en ciertos casos es muy particular la inclinación de la tubería la cual es mayor que  $45^\circ$  con la horizontal, se le calculará como una montante. Este último principio de crear una bajada también lo recomiendo, cuando existe un desnivel pronunciado entre los niveles entre la construcción y la parte exterior a la misma, dado que si no se hace esto demandaría empotrar la batería de desagüe, lo cual es un diseño e instalación inapropiado para su posterior mantenimiento. En cada bajada de esta se le debe de colocar yb registro para limpieza .

Cuando se tenga pendientes menores hasta de 4%, el cálculo del diámetro se efectúa tomando el número de unidades correspondiente y adoptando para el tramo como si tuviese una pendiente de 4%.

Cuando el terreno así lo exija y no haya la posibilidad de hacer una bajada o usar fuertes pendientes, es necesario construir un "salto" con diferencia de altura mínima de 0.50 mts. en el cual el tramo que esta a  $45^\circ$  pueda continuar hacia arriba para que termine en un registro al nivel del piso terminado.



Se debe de tener muy en cuenta las longitudes máximas permisibles para la colocación de las capas de registro, por lo que recomiendo que estas sean colocadas entre espacios de 15 mts. para las tuberías de 4" y a no más de 30 mts. para las tuberías de 4" y a no más de 30 mts. para tuberías de 6" ó 8"

Dado que en la mayoría de Instalaciones se suele tener un pozo de bombeo de desague y el cual se suele conectar a un colector, por lo que se podría hacer la estimación de las unidades de descarga de la bomba multiplicando su gasto por el número de unidades de descarga el cual lo obtendré de la tabla # 12.

La tabla # 15 nos proporciona los diámetros mínimos de los colectores.

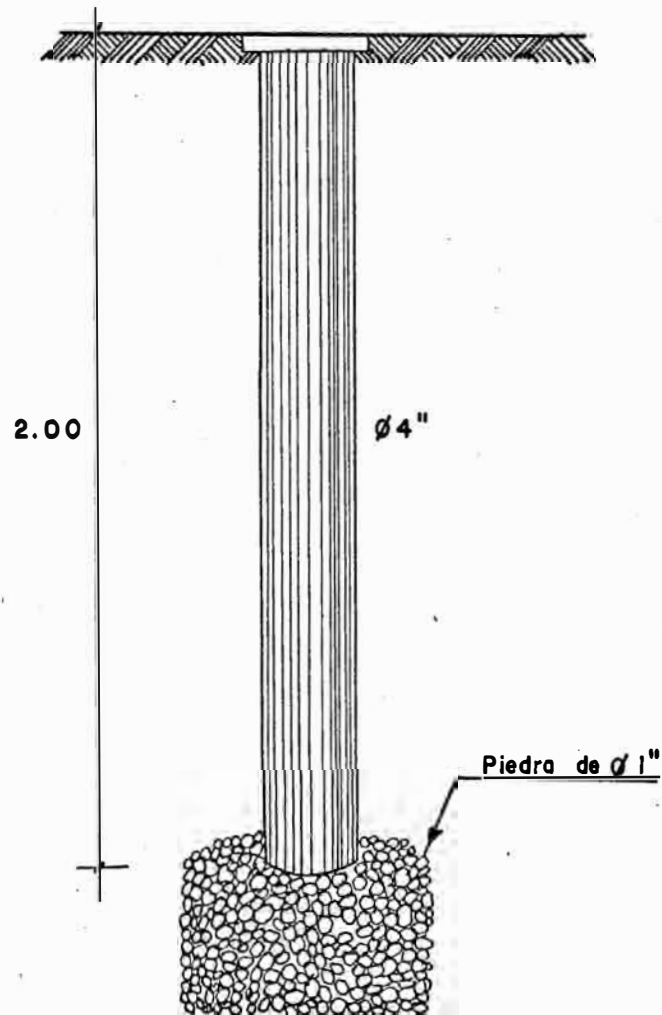
Finalmente de acuerdo con estos criterios antes mencionados y las tablas adjuntas se procederá al diseño del sistema de desague.

T A B L A N° 25

NUMERO MAXIMO DE UNIDADES DE DESCARGA QUE PUEDE SER CONECTADO A  
LOS COLECTORES DEL EDIFICIO

DIAMETRO DEL TUBO EN PULGADAS	P E N D I E N T E S		
	1%	2%	4%
2	-	21	26
2 1/2	-	24	31
3	20	27	36
4	180	216	250
5	390	480	575
6	700	840	1,000
8	1,600	1,920	2,300
10	2,900	3,500	4,200
12	4,600	5,600	6,700
15	8,300	10,000	12,000

ESQUEMA DE SUMIDERO AL CASCAJO  
S/E





PROCEDIMIENTO DE CALCULO

Con las recomendaciones presentadas y teniendo presente que el sistema a utilizarse ahora el presente será por gravedad, presento a continuación los pasos a seguir para el dimensionamiento de la red de desagüe.

1.- Se dimensionarán los baños del 1er, 2do, y 3er piso, para este cálculo en los esquemas de c/u de los baños se presentará el número de unidades de descarga correspondientes a cada aparato (Tabla N° 11 y N° 12) en un rectángulo; y la U.D. acumuladas las cuales se indicarán en un elipse.

Al hacer la selección del diámetro se debe tener presente de no exceder el número máximo de unidades de descarga permitibles para cada diámetro según la tabla N° 14.

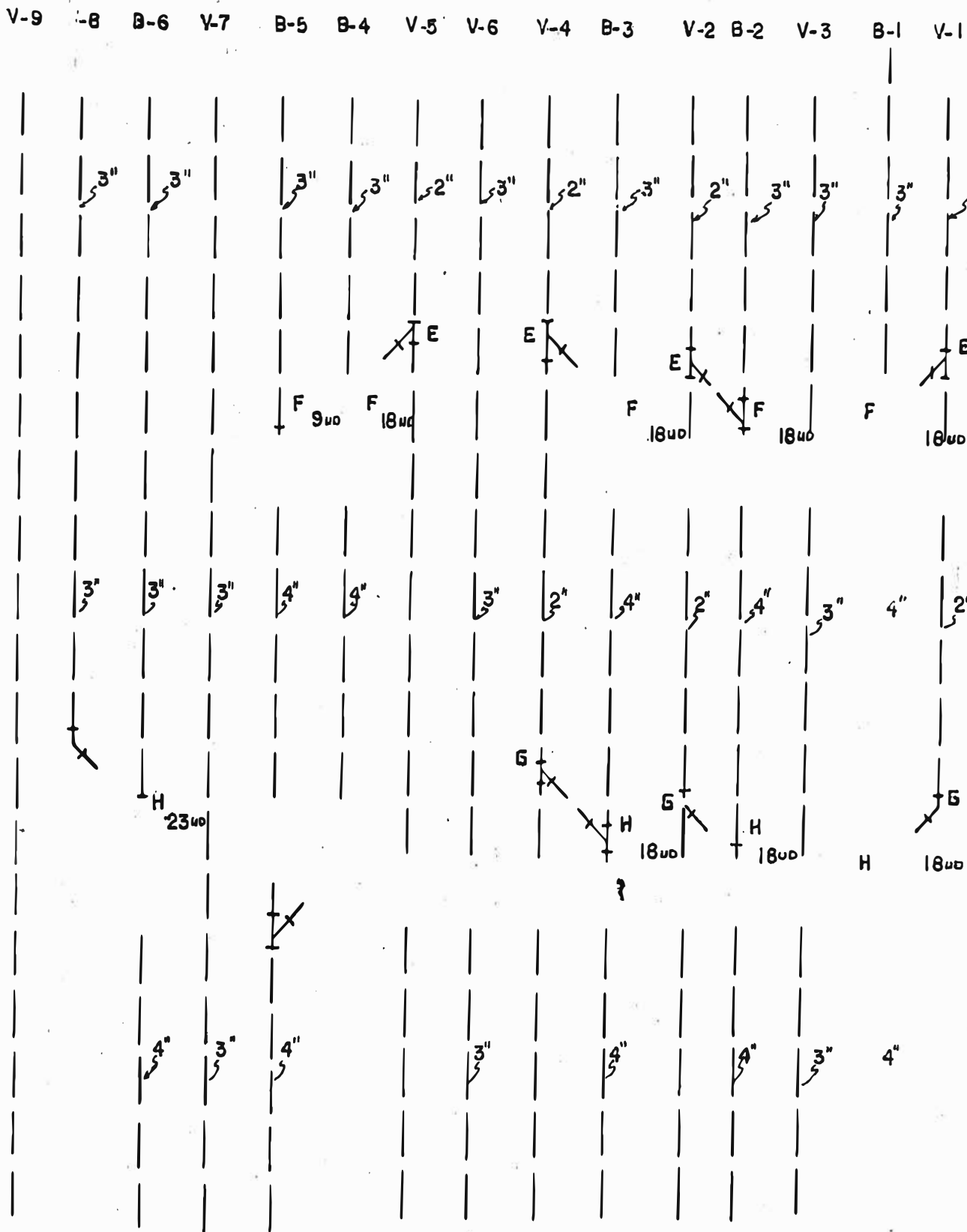
2.- Se presentará el esquema vertical de las montantes y las descargas que reciben desde la azotea hasta el primer piso.

3.- Se hará el cálculo de las montantes, mediante la tabla N° 14 estos se presentarán en un cuadro de siete columnas en cada una de las cuales se colocará: (Ver gráfico N° 16 y Tabla N° 17).

Columna N° 1	El número de la montante
Columna N° 2	La numeración del tramo.
Columna N° 3	Las unidades de descarga parcial para cada piso.
Columna N° 4	Las unidades de descarga acumuladas en el tramo.
Columna N° 5	El diámetro seleccionado.
Columna N° 6	El número máximo de unidades de descarga en la montante que puede conducir el diámetro seleccionado (Tabla N° 14)
Columna N° 7	El número máximo de unidades de descarga por piso para el diámetro seleccionado (Tabla N° 15).

Desde este momento el cálculo está referido a las descargas de los baños montantes, y al colector en el primer piso.

# GRAFICO N° 16



**DIAGRAMA DE MONTANTES Y VENTILACION DEL SECTOR 2 Y 2A**

T A B L A N° 17

## CUADRO DEL CALCULO DE LAS MONTANTES DE DESAGUE Y VENTILACION

MONTANTE	TRAMO	U D PARCIAL	U D ACUMULADAS	DIAMETRO (Pulgdas)	MAX UD Montante	MAX UD Por piso
V - 1	a - F			2"		
	E - H			2"		
B - 1	A - F			3"		
	F - H	18	18	4"	300	90
	M - D	18	36	4"	500	90
V - 3	A - D			3"		
B - 2	a - F			3"		
	F - M	18	18	4"	500	90
	M - D	18	36	4"	500	90
V - 2	A - F			2"		
	E - H			2"		
B - 3	A - F			3"		
	F - H	18	18	4"	500	90
	H - D	18	36	4"	500	90
V - 4	A - F			2"		
	E - H			2"		
V -	A - D			3"		
B -	A - F			3"		
	F - C	18	18	4"	500	90
B -	A - F			3"		
	F - C	9	9	4"		
	C - D	27	27	4"	500	90
B - 6	A - H			3"		
	H - D	2	23	4"	500	90
V - 8	A - H			3"		
V -	A - D			3"		

NOTA Los diámetros de ventilación que aparecen en el presente cuadro han sido colocados en base a los cálculos ejecutados en el capítulo de ventilación (Cuadro N° 18).



4.- Mediante los datos obtenidos por los pasos anteriores, se procederá al cálculo de los ramales del colector y de aquellos aparatos que descargan directamente a los ramales y /o buzones para lo cual:

a.- Se elaborará un plano en el cual se mostrará la distribución (en planta) del colector, ramales del colectores (Plano IS-D-001).

b. Una vez hecho el esquema se colocarán las unidades de descarga que aportan cada uno de los puntos (baños, cisternas, aparatos y descarga de montantes).

c.- En un cuadro serán presentados los cálculos y el dimensionamiento de los ramales del colector, se hará utilizando la Tabla N° 15.

El cuadro antes mencionado estará dividido en siete columnas en cada una de las cuales irá colocado: (Ver tabla N°18)

Columna N° 1 la numeración del tramo.

Columna N° 2 Las unidades de descarga, acumuladas en el último tramo

Columna N° 3 El diámetro seleccionado.

Columna N° 4 la pendiente "S" del tramo

5.- Con los valores obtenidos del cdro. anterior extraídos de las columnas 5-6- y 7 se procede a dimensionar el colector principal.

Dichos cálculos serán presentados en un cuadro de 5 columnas en c/u de los cuales irá: (Ver tabla N°19)

COLUMNA N°1	El número del tramo.
Columna N°2	Las unidades de descarga que llegan a cada caja
Columna N°3	Las unidades de descarga acumuladas en el tramo.
Columna N°4	El diámetro seleccionado mediante la Tabla N°15
Columna N°5	La pendiente del tramo.

T A B L A N° 18

TRAMO	UNIDAD DE DESCARGA	Ø	S	CAJA	U.D. ACUMULADAS		
					EN LAS CAJAS		
		Rulg	%	N°	Parcial	Total	
* C-1	1	21	4"	1%	1	-	21
* C-2	C-1	-	6"	1%	2	21	21
	3	2	3"	1%	-	2	
* G-3	C-2	21	6"	1%	3	-	23
* C-4	4	34	4"	1%	4	34	57
	C-4	-	6"	1%	5	-	57
	C-5	5	4"	1%	5	94	151
* C-5	6	2	3"	1%	5	2	153
* G-6	C-5	-	6"	1%	6	-	153
C-7	C-6	-	6"	1%	7	-	153
* G-7	7	55	4"	1%	7	55	208
	C-8	8	4"	1%	8	30	238
* C-8	9	22	4"	1%	8	52	260
* G-9	C-8	-	6"	1%	9	-	260
	C-9	C-7	208	8"	1%	-	-
* C-10	C-9	-	8"	1%	10	-	260
* C-11	C-10	-	8"	1%	11		260
* C-12	C-11	-	8"	1%	12		260
G-13	10	14	4"	1%	13	14	14
C-13	11	71	4"	1%	13	85	85

*	C-13	12	2	3"	1%	13	87	87
*	C-14	14	364	6"	1%	14	364	451
	C-15	15	53	4"	1%	15	53	504
*	C-15	C-14	-	6"	1%	15	-	504
	C-16	C-15	-	6"	1%	16	-	504
*	C-16	16	2	3"	1%	16	2	506
	C-17	17	23		1%	17	25	529
**	C-17	C-16	-	6"	1%	17	-	529
	C-17c	C-17d	34	4"	1%	17	34	34
	C-17c	18	15	4"	1%	17c	49	49
	C-17c	19	2	3"	1%	17c	51	51
	C-17B	C-17c	-	6"	1%	17c	-	51
	C-17B	20	11	4"	1%	17B	11	62
	C-17A	21	168	6"	1%	17A	-	168
	C-17B	C-17A	-	6"	1%	17B	-	168
	C-17	C-17B	168		1%	17	168	230
**	C-18	22	8	4"	1%	17	8	238
	C-18	C-17	-	8"	1%	18	529	767
*	C-18	23	70	4"	1%	18	70	837
*	C-19	C-18	-	8"	1%	19	-	837
	24	C-19A	52	6"	1%	24	52	
	C-19	24	45	6"	1%	19	97	934

	C-12	G-19	-	8"	1%	12	-	934
*	C-12	C-11	260	8"	1%	12	-	1,194
*	C-20	C-12	-	10"	1%	20	-	1,194
**	B-37	C-20	-	10"	1%	37	-	1,194
					1%			
					1%			
*	C-21	T-G	88	6"	1%	21	-	88
	C-22	G-21	-	6"	1%	22	-	88
	C-22	C-22A	478	6"	1%	22	478	566
*	C-22	25	40	4"	1%	22	40	606
	C-23	G-22	-	6"	1%	23	-	606
	C-23	26A	245	6"	1%	23	245	851
*	C-23	26	677	6"	1%	23	677	1,528
	C-24	C-23	-	8"	1%	24	-	1,528
*	C-24	27	52	4"	2%	24	52	1,580
	C-25	C-24	-	10"	1%	25	-	1,580
	C-25	28	177	6"	1%	25	177	1,757
*	C-25	29	26	4"	1%	25	26	1,783
	G-26	C-25	-	10"	1%	26	-	1,783
*	G-26	30	70	4"	1%	26	70	1,853
*	C-28	C-26	-	10"	1%	27	-	1,853
*	C-28	C-27	-	10"	1%	28	-	1,853

*	C-29	C-28	-	10"	1%	29	-	1,853
*	C-30	31	66	4"	1%	30	66	
	C-31	C-30	-	4"	1%	31	66	
*	C-31	C-29	-	10"	1%	31	66	1,914
	C-32	C-31		10"	1%	32		1,919
*	C-32	32	4	4"	1%	32	4	1,923
	C-33	C-32	-	10"	1%	33	-	1,923
*	C-33	33	42	4"	1%	33	42	1,965
	C-34	C-33	-	10"	1%	34	-	1,965
*	C-34	34	524	6"	1%	34	529	2,494
	C-35	C-34	-	10"	1%	35	-	2,494
*	C-35	35	50	4"	1%	35	50	2,544
	C-36	C-35	-	10"	1%	36	-	2,544
*	C-36	37	50	4"	1%	36	50	2,594
**	B-37	C-37	2594	10"	1%	37	-	2,594
**	B-37	C-20	1194	10"	1%	37	-	1,194

---

*	B-37	3788	-	-	37	3788	3,788
---	------	------	---	---	----	------	-------

---

B-	37 Colector público	3788	12	1	-	-	3,788
----	---------------------	------	----	---	---	---	-------

---

\* = UD Totales en la caja o buzón indicado en este casillero con las primeras digitos.

\*\* UD Parciales en el buzón.

## T A B L A N° 19

## DIMENSIONAMIENTO DEL COLECTOR

TRAMO		UD PARCIAL	UD ACUMULADA	Ø	S %
C2	C1	21	21	6"	1%
C3	C2	3	23	6"	1%
C4	C3	34	57	6"	1%
C5	C4	96	151	6"	1%
C6	C5	-	152	6"	1%
C7	C6	55	208	6"	1%
C8	C7	-	208	6"	1%
C9	C8	52	52	6"	1%
C9			260		
C10	C9	-	260	8"	1%
C11	C10	-	260	8"	1%
C12	C11	-	260	8"	1%
C13		87	-	-	1%
C14	C13	364	451	6"	1%
C15	C14	53	504	6"	1%
C16	C15	20	506	6"	1%
C17	C16	23	529	6"	1%
C18	C17	298	837	8"	1%

C19	C18		827	8"	1%
C12	C19	97	934	8"	1%
C12	C11	260		8"	1%
C10	C12	260	1194	10"	1%
B-37	C20		1194	10"	1%
C-21	G	88	88	6"	1%
C-22	C21	518	606	6"	1%
C13	C22	922	1528	6"	1%
C24	C23	52	1580	8"	1%
C25	C24	203	1783	10"	1%
C26	C25	70	1853	10"	1%
C27	C26		1853	10"	1%
C-28	C27		1853	10"	1%
C29	C28		1853	10"	1%
C30	C29		1853	10"	1%
C31	C30	66	1919	10"	1%
C32	C31	4	1923	10"	1%
C33	C32	42	1965	10"	1%
C34	C33	529	2494	10"	1%
C35	C34	50	2547	10"	1%



C36	C35	50	2594	10"	1%
B-37	C36	--	2594		
B37		1194	3788		
<hr/>					
B37	Colector público	-	3788	12"	1%
<hr/>					

Las dimensiones de las cajas se determinaran de acuerdo a los diámetros de las tuberías y a su profundidad, según la tabla N° 20 adjunta (ver plano B-D-001)

T A B L A N° 20

DIMENSIONES INTERIORES DE LA CAJA	DIAMETRO MAXIMO	PROFUNDIDAD MAXIMA
10" x 20"	4"	0.60 m
12" x 24"	6"	0.80 m
18" x 21"	6"	1.00 m
24" x 24"	8"	1.20 m

Para diámetros mayores de 8" o profundidades mayores de 1.20 m. se deberá utilizar buzones del tipo normal MINISTERIO DE VIVIENDA.

## C A P I T U L O   X I I

---

### VENTILACION

#### SISTEMA DE VENTILACION

Todo sistema de desague sanitario de un edificio debe estar provisto con un sistema auxiliar de tuberías de ventilación, el cual debe ser diseñado de manera que permita que circulen los gases hacia arriba y los olores en todas las partes de la tubería de desague a través del sistema mencionado y que escapen a la atmósfera por encima del edificio, siendo entre otras de las finalidades de que permitan la entrada y salida del aire en todas las partes del sistema de tal manera que las condiciones creadas por el sifonaje y aspiración ó contrapresión no causen una pérdida demasiado excesiva de los sellos de las trampas bajo condiciones normales de uso.

Se debe tener un cuidado intensivo en los diámetros, la disposición y la instalación de la tubería de ventilación, las cuales deben de diseñarse de manera que permitan la variación de la presión del aire en todos los desagües en los accesorios en

una diferencia que no exceda en ningún momento de 1 pulgada de columna de agua por encima o por debajo de la presión atmosférica.

Con una buena circulación de aire provocada por carga o por tiro inducido en todo el sistema de desagüe y el sistema respectivo de ventilación se puede evitar la corrosión acelerada de la tubería que de otra forma suele ocurrir a causa de los gases agresivos, corrosivos: como el sulfuro de hidrógeno y amoníaco, los cuales están presentes normalmente en cantidades muy apreciables en los gases de los alcantarillados.

Por otro lado cuando los drenajes se presentan con una inadecuada circulación de aire, los hongos encuentran condiciones muy favorables para su crecimiento y suelen provocar o producir Lama.

Dicha Lama si no es desprendida de la tubería mediante el flujo a una velocidad suficientemente alta, puede acumularse hasta el grado en que ocurra una obstrucción.

La finalidad primordial de los sellos de agua en las trampas de los accesorios, dan un medio para mantener los ga-

ses y los olores inconvenientes, los cuales son confirmados al sistema de drenaje del edificio y sirven para evitar que escapen hacia los ambientes en esten colocados los accesorios.

Como precaución para mantener los sellos de agua y evitar que se puedan perder como resultado de las condiciones de sifonaje, con represión ó de aspiración que suelen acompañar a la variación excesiva de las presiones neumáticas en los desagües de los accesorios, se deben proveer los tubos de ventilación de tal manera que suministren y eliminen aire a las velocidades que se requieran con la finalidad de limitar las variaciones de la presión del aire hasta un punto en que los sellos de agua puedan resistir efectivamente.

Dado que la profundidad del sello de la trampa, mínimo es de 2 pulgadas y la variación permisible de la presión del aire en los desagües de los accesorios se limitan apropiadamente a 1 pulgada de columna de agua, lo cual nos da una base práctica para el cálculo del diámetro de la tubería.

Tubería de Ventilación. - Son las tuberías que estan

destinadas a proteger los sellos de agua de las trampas en los aparatos sanitarios del fenómeno del sifonaje. Dichas tuberías se inician cerca de las trampas, comunicando la red de evacuación con el aire del exterior. La máxima distancia entre la salida de un sello de agua y el tubo de ventilación correspondiente estará de acuerdo con lo especificado en la tabla # 1 tomada del Reglamento de Construcciones.

La distancia antes mencionada se medirá a lo largo del conducto de desague, desde la salida del sello de agua hasta la entrada del tubo de ventilación y no podrá ser menor que el doble del diámetro del conducto del desague

T A B L A N° 1

DIAMETRO DEL CONDUCTO DE DESAGUE DEL APARATO SANITARIO		DISTANCIA MAXIMA ENTRE EL SELLO DE AGUA Y EL TUVO DE VENTILACION
1 1/2"	( 3.81 cms )	1.10 m.
2"	( 5.08 cms )	1.50 m
3"	(7.62 cms)	1.80 m
4"	(10.16 cms)	3.00 m

Por ningún motivo el tubo ventilador será de un diámetro menor de 1 1/4" de lo cual indica el reglamento nacional de Construcciones Capítulo de Ingenieros Sanitarios; pero por experiencia propias recomiendo que el diámetro sea de 2" como mínimo

Un diseño completo de ventilación consta de los siguientes tipos d los cuales son utilizados según las necesidades:

- Tuberías principales ó columnas de ventilación.
- Tubería de ventilación singulares.

#### Tuberías Principales ó Columnas de Ventilación.-

En este tipo las tuberías corren paralelas a los ramales verticales de los desagues .

Además a ellas llegan las tuberías secundarias de ventilación (En Inglés se les suele llamar "VENT STACK").

Según el reglamento Nacional de Construcciones recomienda que el diámetro mínimo para estas tuberías no debe ser

menor de 1.1/8" y deben de mantener el mismo diámetro en toda la extensión, pero yo recomiendo que el diámetro mínimo sea de 2", dicha tubería en su extremo inferior se une con la bajante o con el colector de la red para poder descargar el agua condensada y su parte superior se prolonga hasta el exterior atravesando la azotea del inmueble; el cual debe de cubrirse con una campana o sombrerito; de diseño apropiado, para proteger la tubería contra el ingreso de cuerpos extraños.

Cuando se este en un techo o azotea no utilizable o techo simple cubierto, el tramo de la tubería que queda por encima debe de tener ms. como mínimo; cuando la azotea es utilizada para otros fines la tubería de referencia debe de prolongarse 2 mts. por lo menos.

#### TUBERIAS DE VENTILACION SINGULARES

Las tuberías de Ventilación se pueden disponer de ciertas formas, recibiendo nombres especiales.

1.- Tubería de Ventilación Primaria.-

Es toda tubería de ventilación que tenga su extremo superior abierto. Puede ser una bajante prolongada superiormente como se ha explicado para la tubería de ventilación principal.

2.- Tubería de Ventilación Común.-

Esta es una tubería de ventilación común colocada verticalmente sobre el empalme de una tubería de descarga de dos aparatos instalados cercamente y que sirve de ventilación común a ambos.

Se puede utilizar una tubería de ventilación común en aparatos del mismo piso, pero que esten a distinto nivel, siempre que la tubería de descarga que es común a ambos, tenga un diámetro mayor que el de la tubería de descarga del aparato más elevado o por lo menos igual al de la tubería de descarga del aparato ubicado más abajo.



### 3.- Tubería de Ventilación Complementaria.-

Esta es una tubería de ventilación que enlaza una tubería de descarga o derivación de desagüe con una tubería de ventilación en circuito correspondiente.

Recomiendo que el diámetro no sea inferior a la mitad del diámetro del ramal de desagüe al que estuviese ligado.

La unión de esta tubería con el ramal horizontal o desagüe se debe de hacer siempre que sea posible, sobre el eje superior de la tubería de desagüe elevándose verticalmente o con un desvío aproximadamente máximo de 45° con la vertical hasta 15 cms. por encima del nivel de inundación del aparato más alto servido antes de pasar a la posición horizontal o conectarse a otra tubería de ventilación.

### Distancia entre la Conexión de la tubería de Ventilación y la Trampa

La mejor colocación de la tubería de ventilación es la prolongación de la parte vertical de la tubería de descarga

de los aparatos, siempre que se mantenga una distancia prudencial alejada de la trampa. Por lo general esta distancia prudencial debe variar de 2 a 48 diámetros de la tubería de descarga, en proyección horizontal y no más de 1 diámetro en proyección vertical.

De una manera general recomiendo, que la distancia vertical sea tal que la conexión de la ventilación quede por encima de la gradiente hidráulica formada por el nivel de inundación del aparato servido y el aparato de unión de la tubería de descarga con la derivación o la bajante.

La distancia horizontal debe ser tomada de acuerdo a la tabla # 2

T A B L A # 2

DISTANCIA ENTRE LA VENTILACION Y LA TRAMPA

TUBERIA DE DESCARGA (DIAMETRO EN PULGADA)	DISTANCIA MAXIMA	
	PULGADAS	METROS
1 1/4	30	0.75
1 1/2	42	1.10
2	60	1.50
3	72	1.80
4	120	3.00

(

Tomando del 'NATIONAL PLUMBING CODE" U.S.A.

Se debe tener en cuenta que una distancia muy dilatada crea problemas que conducen al sifonaje o al autosifonaje mientras que distancias muy cortas permiten obstrucciones en las respectivas tuberías de ventilación por medio de acumulación de suciedades, grasas, hiladas o palos.

En la figura # 3 se muestra un ejemplo gráfico de lo expuesto.

## DISPOSICION DE LA TUBERIA DE VENTILACION

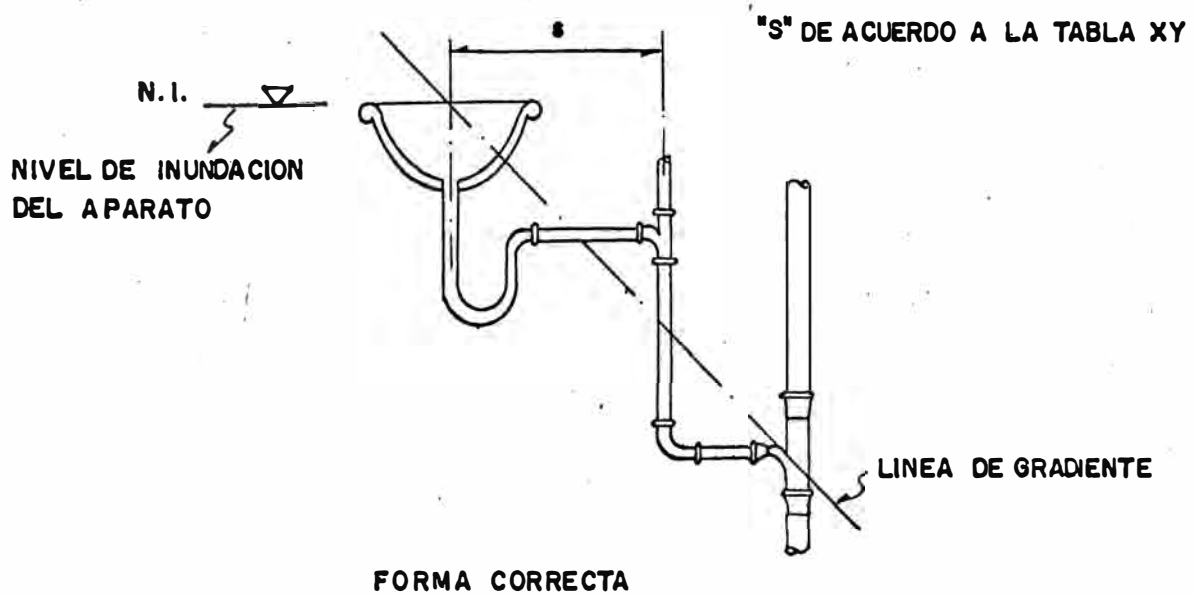
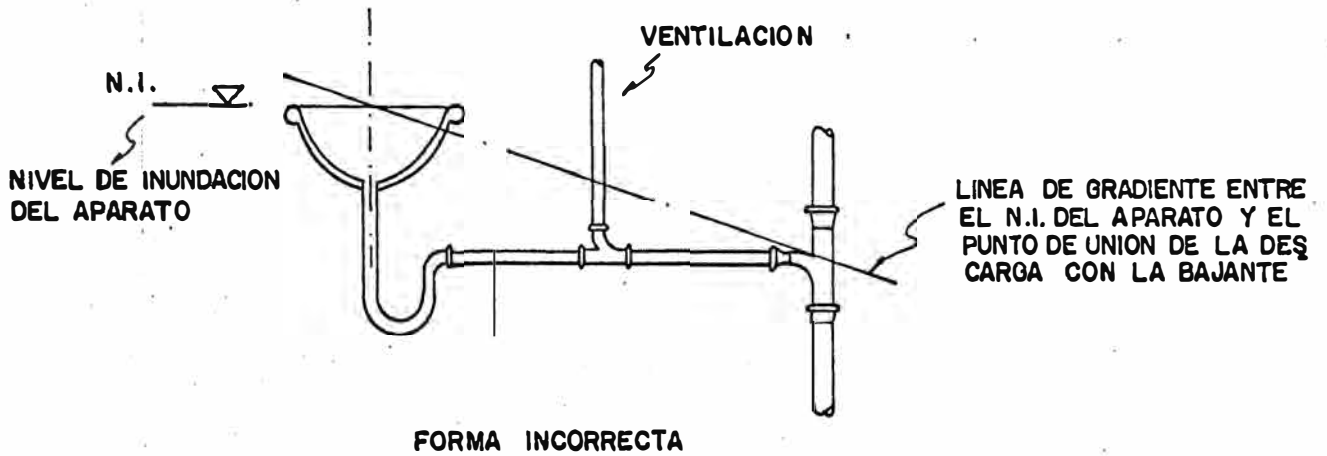


FIG. 3

### VENTILACION COLECTIVA O EN CIRCUITO

Dicho sistema consiste en enlazar una tubería de descarga o una derivación con el desagüe con una columna de ventilación. Este sistema de ventilación presenta el problema de ser inútil contra el autosifonaje si la derivación es muy larga y de una sección reducida. La ventilación en circuito puede servir a 2 o más aparatos en batería y teniendo como número máximo de éstos 8 aparatos.

La extremidad superior de los tubos ventiladores en circuito se debe unir a un tubo ventilador primario ó a una columna de ventilación a un mínimo de 15 cms; por encima del nivel de inundación del aparato más alto servido; también se puede ligar a otro tubo ventilador en circuito, En la extremidad inferior de preferencia debe unirse al ronal de desagüe (derivación) entre los dos últimos aparatos en batería servida.

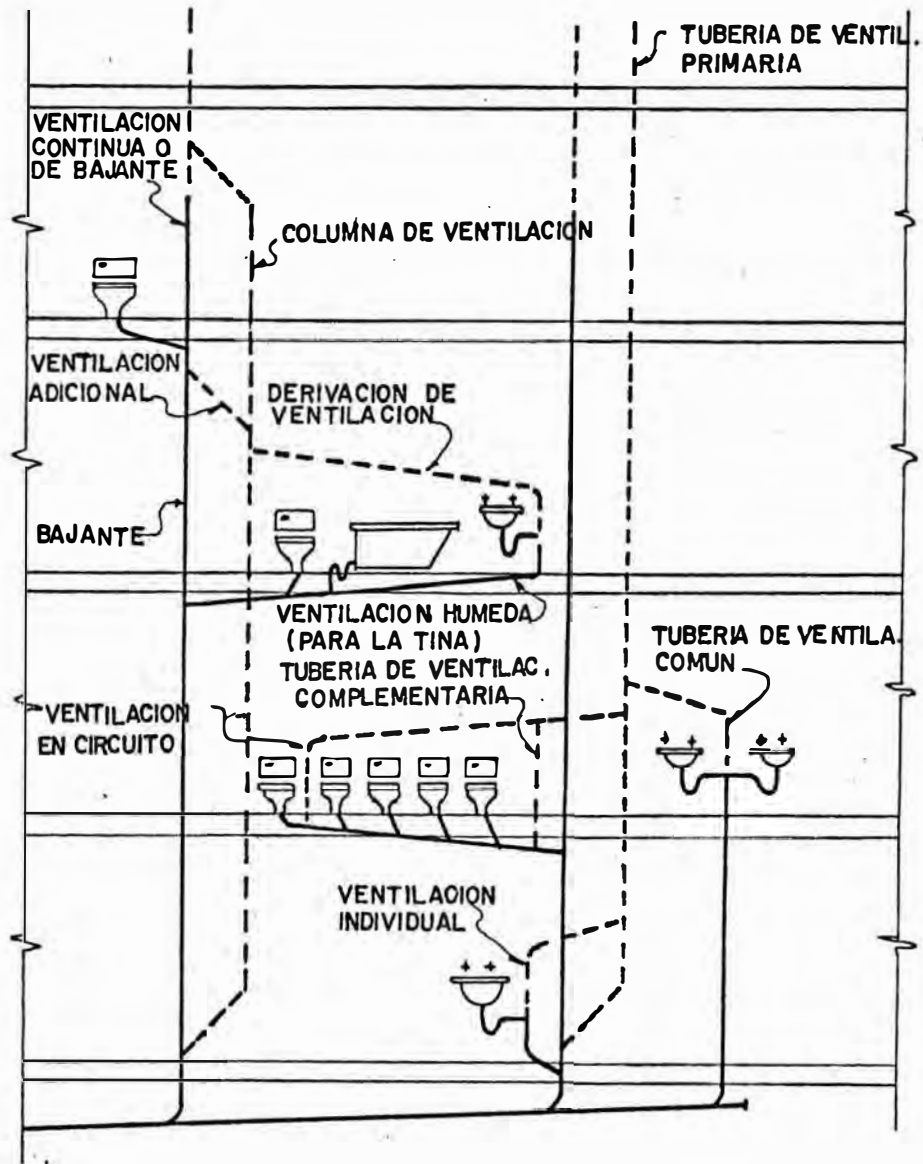
Referente a el diámetro este no debe ser inferior al del ronal de descarga o derivación que sirve, ni al de la columna de ventilación a la que estuviese ligada (véase fig. N° 34).

Además de esta forma de ventilación descrita existe algunas formas especiales de ventilación de las cuales puedo citar:

### VENTILACION HUMEDA

Este es uno de los métodos especiales el cual está destinado a servir como un medio económico para proporcionar la protección adecuada a los sellos de agua de las trampas de accesorios para un grupo de accesorios tal como sucede en un baño y un grupo de cocina en una unidad de habitación de tal forma que los accesorios descarguen en un desagüe principal o en una bajada de drenaje en la que solo puede permitir pequeños efectos neumáticos. Por lo que en este caso se usa una sola ventilación para poder aliviar cualquier efecto neumático pequeño que pueda presentarse en los desagües de accesorios o de ramal y con la cual se puede evitar el exceso autosifonaje de los sellos de agua durante la descarga del accesorio. En el último piso, el más alto de un edificio, el desagüe de un accesorio o aparato ventilador individual, como suele suceder en el caso de un lavatorio, de un lavadero de cocina o de un accesorio de combinación puede servir como una ventilación húmeda para la protección de las trampas de una tina, de una ducha y de un inodoro con las condiciones siguientes:

- De que no sea servida más de una unidad de accesorio por una



ESQUEMA DE LOS DISTINTOS TIPOS DE VENTILACION

FIGURA 3 - A

ventilación húmeda de 1 1/2" ni 4 unidades de accesorios por una ventilación húmeda de 2".

Que la longitud de cada desagüe de accesorio no exceda la distancia máxima permitida entre la trampa del accesorio y su conexión de ventilación.

- Además de que el ramal horizontal de desagüe conecte con una bajada de drenaje al mismo nivel que y/o por debajo del ramal horizontal del desagüe se conecte directamente con la mitad superior de la mitad superior de la porción horizontal del desagüe del inodoro a un ángulo no mayor de 45°, con respecto a la dirección del flujo.

Ver figuras: # 4, 5 y 6

Por otro lado cuando se trate de un edificio, en el cual una ventilación y un desagüe son comunes para dos lavabos, dorso con dorso, se puede considerar como una ventilación húmeda para proteger las trampas de dos tinacos o de dos duchas instaladas dorso con dorso, con las siguientes condiciones.



FIGURA 4

SISTEMAS TIPICOS DE DESAGUES

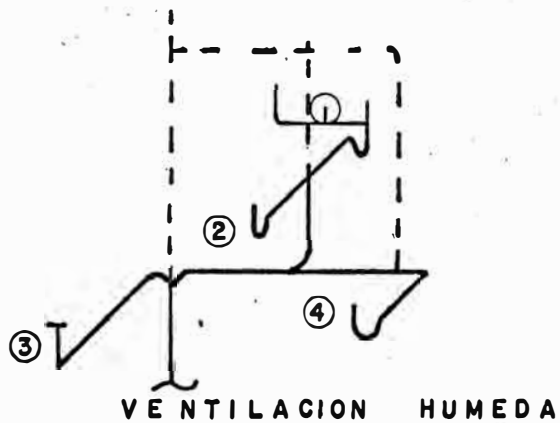
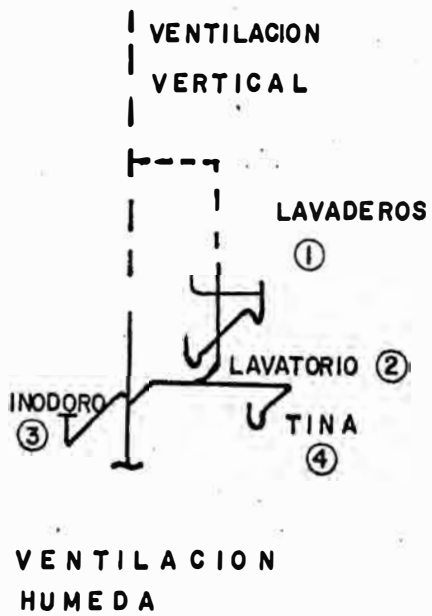
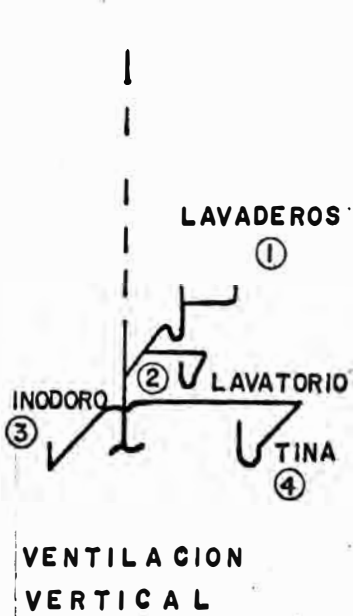
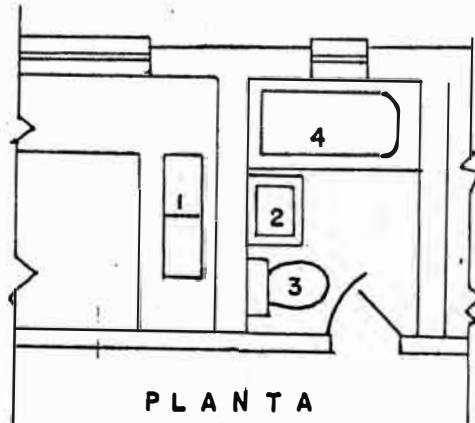
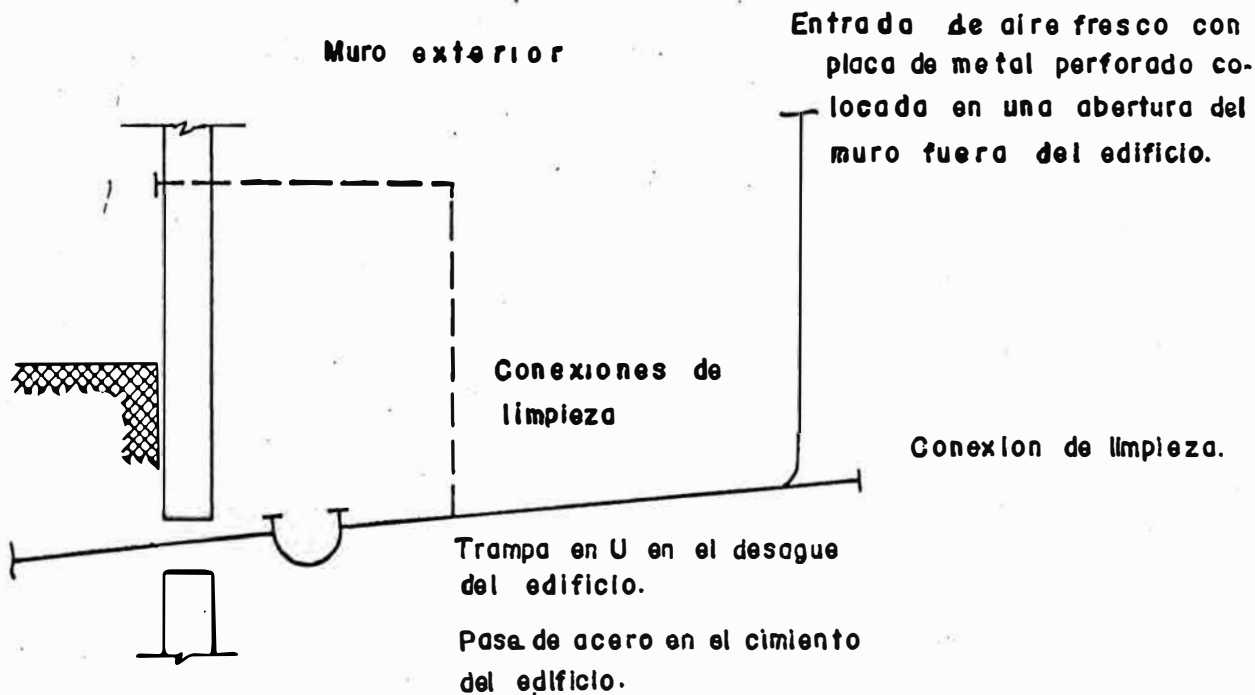
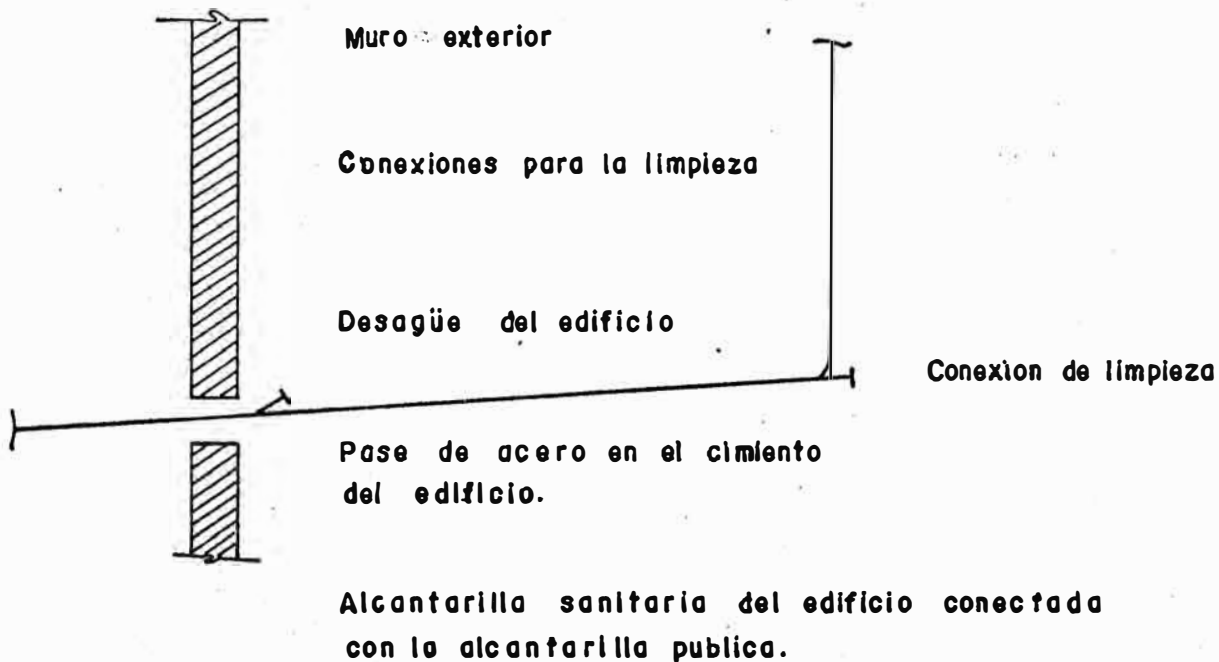


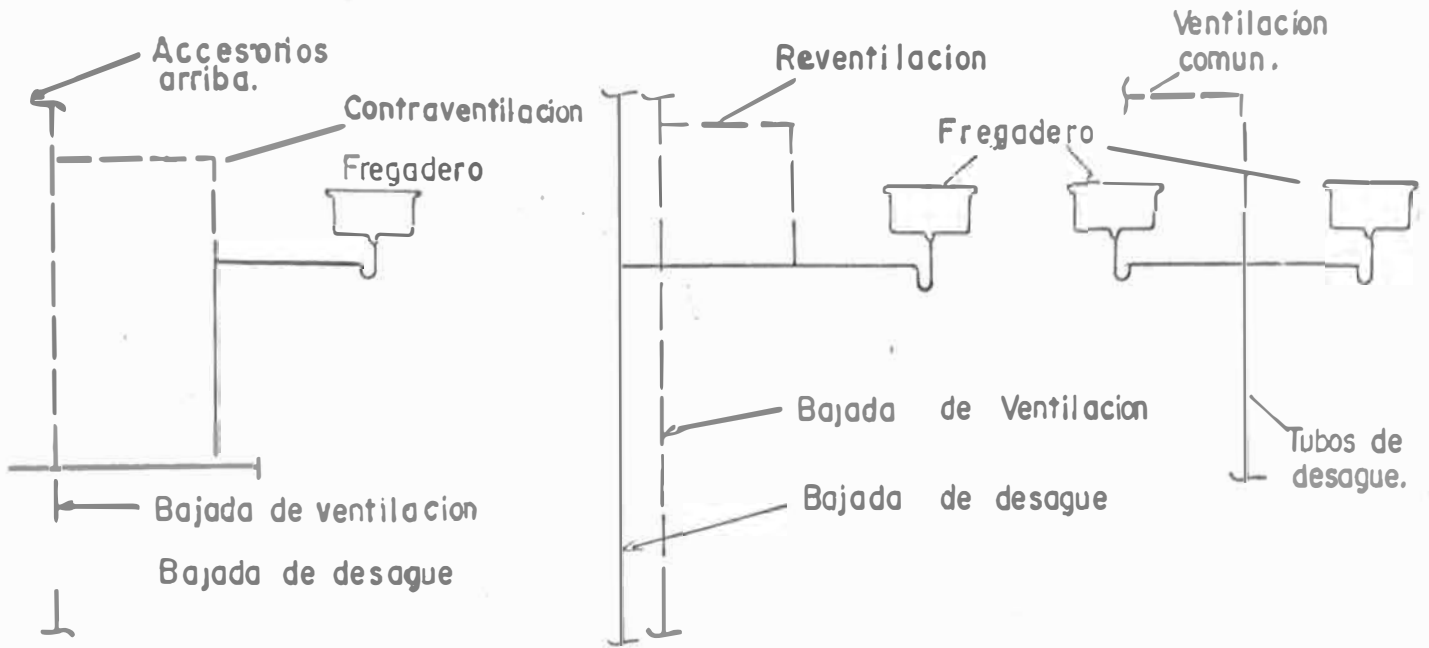
FIGURA 5

### SISTEMAS TÍPICOS DE DESAGUE Y VENTILACION DE EDIFICIOS

Desague del edificio prolongado 3 pies de la cara de los cimientos.



TIPOS DE VENTILACION EN LAS TRAMPAS

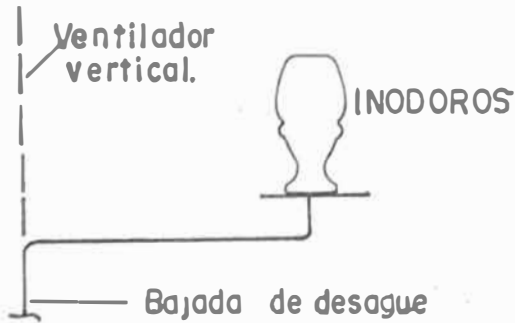


ONTRAVENTILACION INDIVIDUAL

REVENTILACION INDIVIDUAL

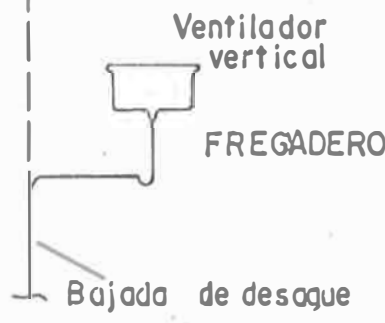
VENTILACION

A la ventilacion de la azotea.



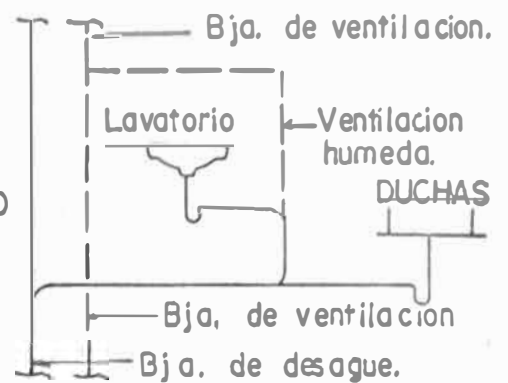
VENTILADOR VERTICAL

A la ventilacion de la azotea.



VENTILADOR VERTICAL

Accesorios arriba.



VENTILACION HUMEDA

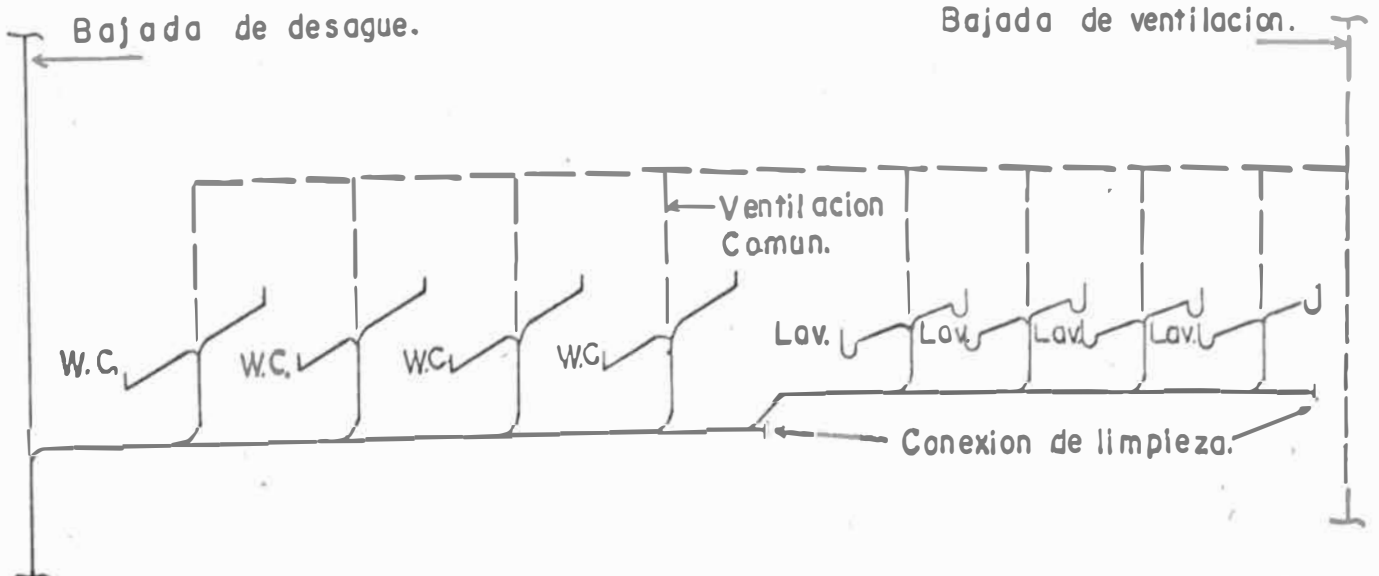
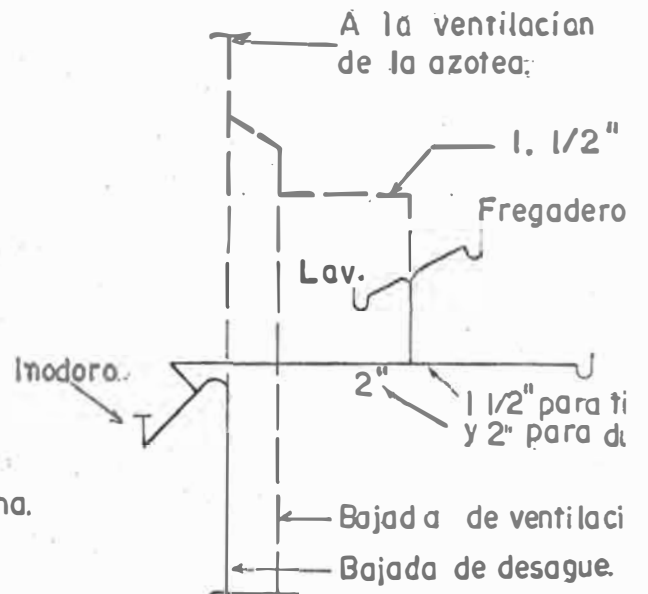
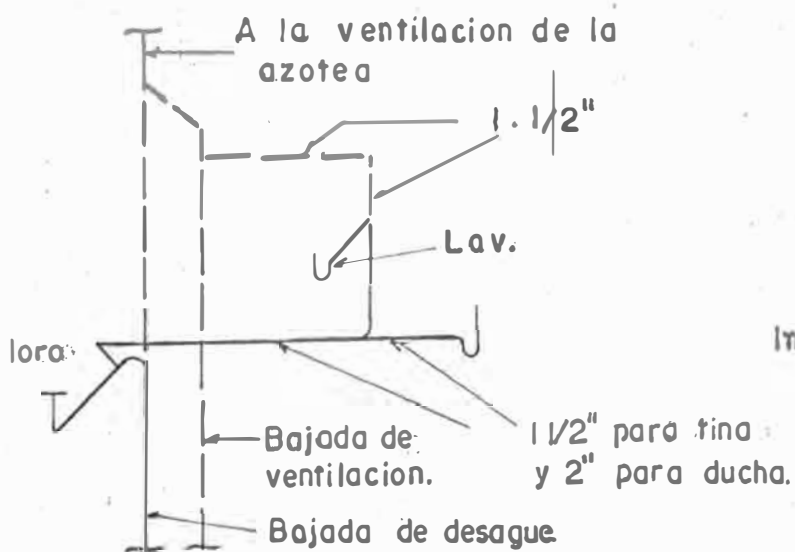
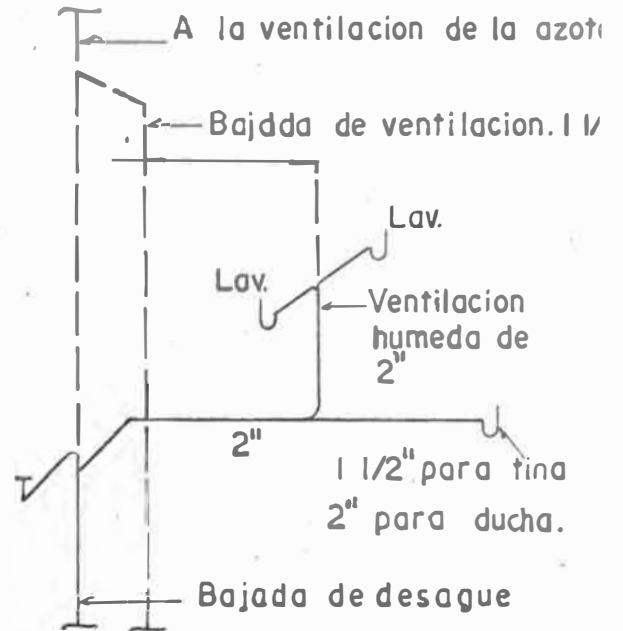
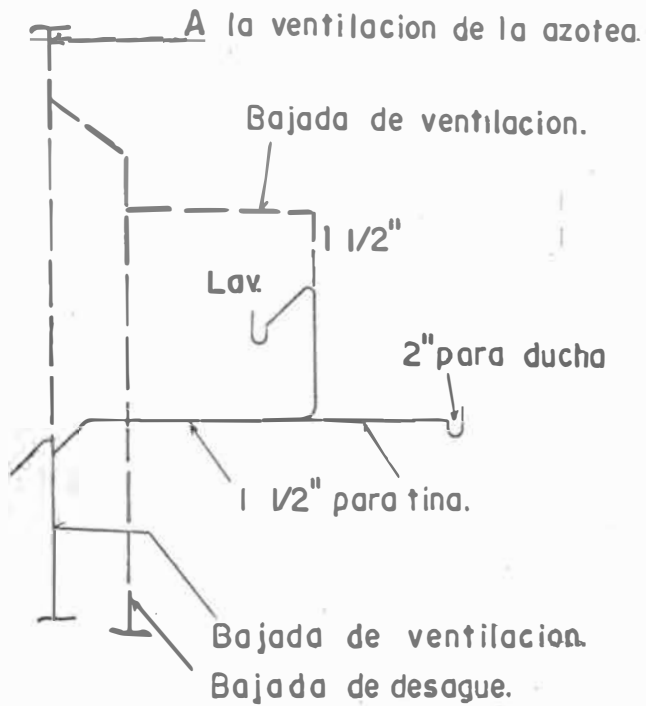


FIGURA 7

TIPOS DE VENTILACION HUMEDAD EN BAJADAS O EN ULTIMOS PISOS



- Que los aparatos o accesorios descarguen en el mismo ramal de desagüe horizontal.
- Que la longitud de los desagües de cada aparato no exceda de la distancia máxima permitida entre la trampa del aparato y su conexión a la ventilación.
- Que la ventilación húmeda debe de tener un diámetro de 2 pulg. como mínimo . Véase la fig. # 7.
- Cuando se trate de un piso debajo del superior (o penúltimo piso) de un edificio, el desagüe de un lavatorio ventilado individualmente, o una ventilación y un desagüe común para dos lavatorios, o con curso, pueden servir como ventilaciones húmedas para proteger las trampas de una o dos tinajas de baño o duchas si es que cumplen con las siguientes condiciones:
  - La ventilación húmeda y su extensión a la bajada de ventilación tenga por lo menos 2 pulgs. de diámetro.
  - Cda inodoro por debajo del piso protegido éste, por una ventilación individual.

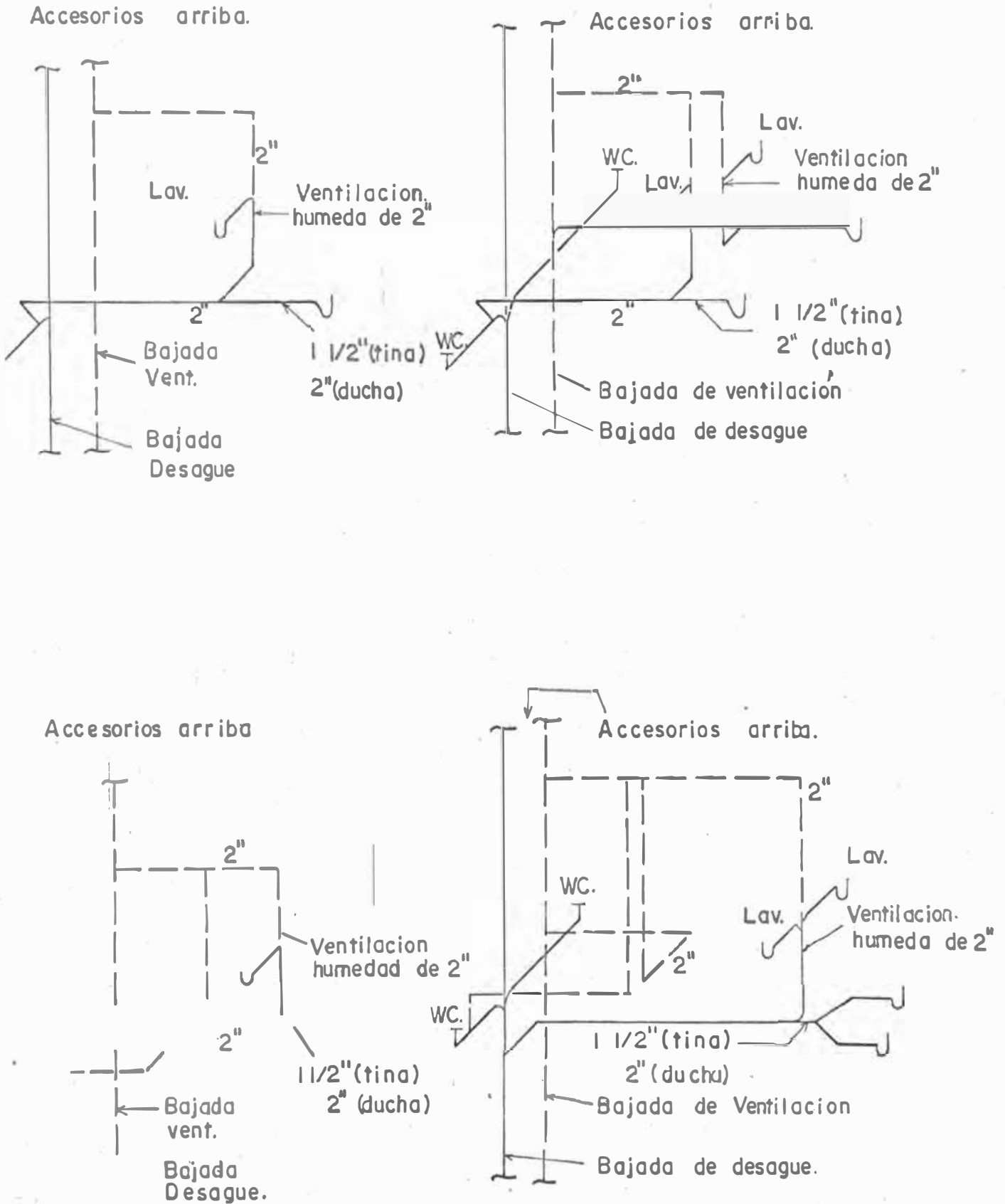
- La longitud de cada desagüe de accesorio no exceda de la distancia máxima permitida entre una trampa del aparato o accesorio y su conexión con la ventilación.
- la bajada de las ventilaciones tenga sus diámetros de acuerdo con la tabla adjunta N° 8

T A B L A N° 8

NUMERO DE APARATOS CON VENTILACION HUMEDA	DIAMETROS DE LA BAJADA DE VENTILACION EN PULGADAS
1- 2 Tinas o Duchas	2
3- 5 Tinas o Duchas	2 2/2 o 3
6- 9 Tinas o Duchas	3
10- 16 Tinas o Duchas	4

Para los inodoros que esten debajo del piso de un edificio no es necesario protegerlos con ventilaciones individuales si es que cumplen con la condición de que un tubo de desagüe de 2 pulgs. con ventilación húmeda conecte directamente

**VENTILACION HUMEDAD EN UNA BAJADA O EN UN ULTIMO PISO DE UNA BAJADA QUE SIRVE A GRUPOS DE BANOS DE PISOS MULTIPLES**



con la mitad superior de la porción horizontal del desagüe del inodoro a un ángulo no mayor de  $45^{\circ}$  con respecto a la dirección del flujo. Véase la fig. N° 9

#### VENTILACION VERTICAL

El método ventilación vertical está destinado como un medio económico para proporcionar una protección muy adecuada de los sellos de las trampas de los aparatos y/o accesorios - cuando estos están agrupados o adyacentes y en la parte superior de una bajada de desagüe en donde solo pueden anticiparse pequeños efectos neumáticos, en este tipo de ventilación los aparatos están conectados individualmente a la bajada de drenaje que sirve como una conexión de ventilación para evitar el excesivo autosifonaje de los sellos de agua durante la descarga del aparato o accesorio.

En donde el aparato descarga en una bajada de aguas negras o de desechos por encima de todos los demás ramales de desagüe, la bajada de desagüe y su extensión de ventilación pueden



*servir como una ventilación individual para proteger la trampa del aparato o accesorio, con la condición de que el desagüe del accesorio conecte a la bajada del drenaje por encima del nivel de la depresión de la trampa, exceptuando a los desagües de aparatos como el inodoro y urinario con salida de piso y del tipo normal de trampa con salida de piso para fregaderos y bebederos; y que la conexión a la bajada de drenaje no sea más distante que la misma permitida entre una trampa del aparato y su conexión con la ventilación.*

*En el caso de que dos conexiones de desagüe de aparatos o accesorios más altos fijados a una bajada de aguas negras o de desechos sean para dos desagües de aparatos horizontales que sirvan de aparato o accesorio en el mismo piso la bajada de desagüe y su extensión de ventilación, puede servir como una ventilación individual para proteger los sellos de agua de ambas trampas de los aparatos o accesorios, si es que cumple con la condición de que la bajada de aguas negras o de desechos tenga por lo menos un diámetro del desagüe del aparato más alto y nunca menor que el del desagüe del aparato más bajo, además que ambos desagües de los aparatos no excedan en longitud al máximo*

permitiendo entre una trampa y su conexión con la ventilación.

Cuando se trate de un edificio de un solo piso o en el piso superior de un edificio, y tengan un grupo de aparatos y/o accesorios en el mismo nivel constituyendo un grupo de baño y un lavadero de cocina o un aparato de combinación, se puede considerar como protegidos adecuadamente por la bajada de desagüe y su extensión de ventilación siempre que cumpla con la condición de que cada desagüe de aparato o accesorio conecte independientemente con la bajada de aguas negras y que los desagües del inodoro y la tina o ducha entren a la bajada al mismo nivel y que todos los desagües de accesorios no excedan en longitud a la máxima permitida entre una trampa del aparato y su conexión con la ventilación.

En ciertas regiones donde la alcantarilla pública puede sobrecargarse lo suficiente para causar frecuentes condiciones de contraflujo del agua en la cloaca del edificio debe conectarse una ventilación de escape o un desagüe de aparato ventilador individualmente a la bajada de aguas negras por debajo de las conexiones de drenaje que sirvan a un inodoro, a una tina o a una ducha con ventilación vertical. Véase fig. N° 5.

### VENTILACION EN CIRCUITO Y EN LAZO

Estos dos sistemas de ventilación están destinados a servir como medio económico para proporcionar una protección adecuada de los sellos de agua en las trampas de los aparatos o accesorios del tipo de salida por el piso que estén conectados en batería a un tubo de desagüe de ramal horizontal en el cual solamente se pueden anticipar efectos neumáticos pequeños y en donde las características del autosifonaje del tipo de estos accesorios no presentan problema. Por lo que un solo tubo de ventilación conectado a la sección más aguas arriba del desagüe de ramal horizontal sirve para aliviar cualquier efecto neumático que pudiera presentarse allí.

Aplicando este método se pueden considerar adecuadamente ventilados un tubo horizontal de desagüe de diámetro uniforme al cual estén conectados en batería de 2 a 8 inodoros, duchas o desagües del tipo de salida por el piso, por medio de una ventilación de circuito o de lazo conectada al desagüe del ramal horizontal en un punto entre las dos conexiones de desagüe del aparato más aguas arriba del desagüe.

Cuando se traten de lavatorios y accesorios seme-

*jantes pueden conectarse al tubo del ramal de desagüe con una ventilación en circuito o en lazo con la condición de que se instalen ventilaciones individuales o comunes para proteger las trampas de tales aparatos o accesorios. Véase las figs. # 10 y 11*

#### SISTEMA DE VENTILACION ADICIONAL

*Cuando se trata de edificios de gran altura los empalmes entre columna de Ventilación y bajante de desagüe no debe limitarse a un punto superior y a un inferior pues en dichos casos se debe hacer en otros puntos intermedios, pues al descargar los aparatos en diversas alturas se produce en distintos puntos de la columna presiones y depresiones que pueden ocasionar la rotura de el sello hidráulico de las trampas. Como una norma recomiendo que el empalme auxiliar se haga cada intervalo de 20 pisos (30 mts) aproximadamente y con el mismo diámetro que la tubería principal de ventilación que este sirviendo. Ver figura N° # 4.*

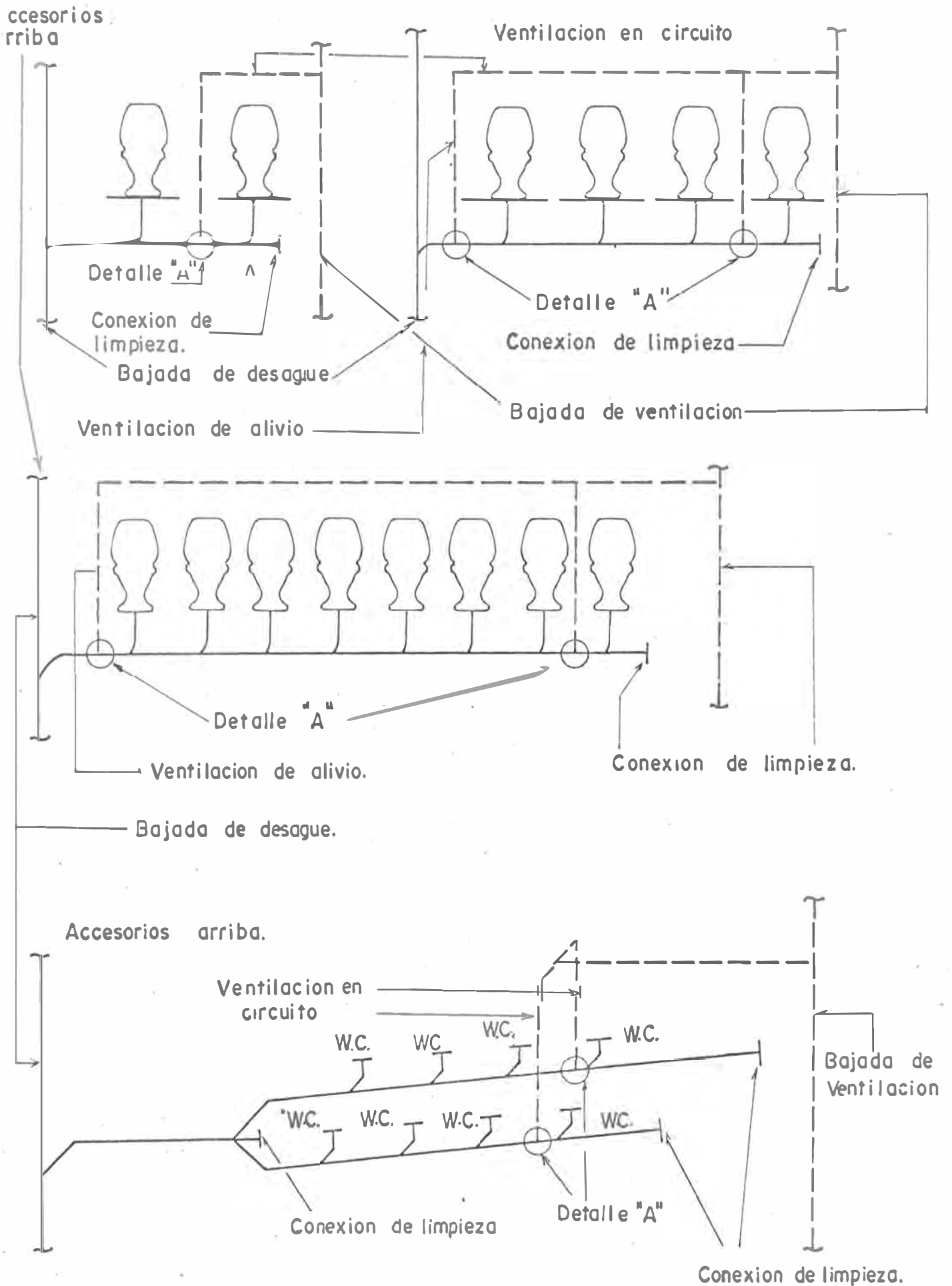
### SISTEMA DE COMBINACION DE DESECHOS Y VENTILACION

Este último método al que hago mención es algo muy especial, ya que permite un medio económico para la protección adecuada de los sellos de las trampas para extensas instalaciones de desagüe de piso y de duchas, piletas y desagües en grandes mercados, cocinas, mesas de lavatorios y de trabajo en escuelas e instalaciones semejantes, (hospitales), donde la ventilación individual de los desagües de las trampas para proteger los sellos de la trampa es Impráctica o causa una molestia indebida. Por lo que en este método la tubería de desechos se diseña intencionalmente con un diámetro en exceso para permitirle que sirva como tubo de desechos y de ventilación, con el fin de evitar efectos neumáticos excesivos en los desagües de los aparatos.

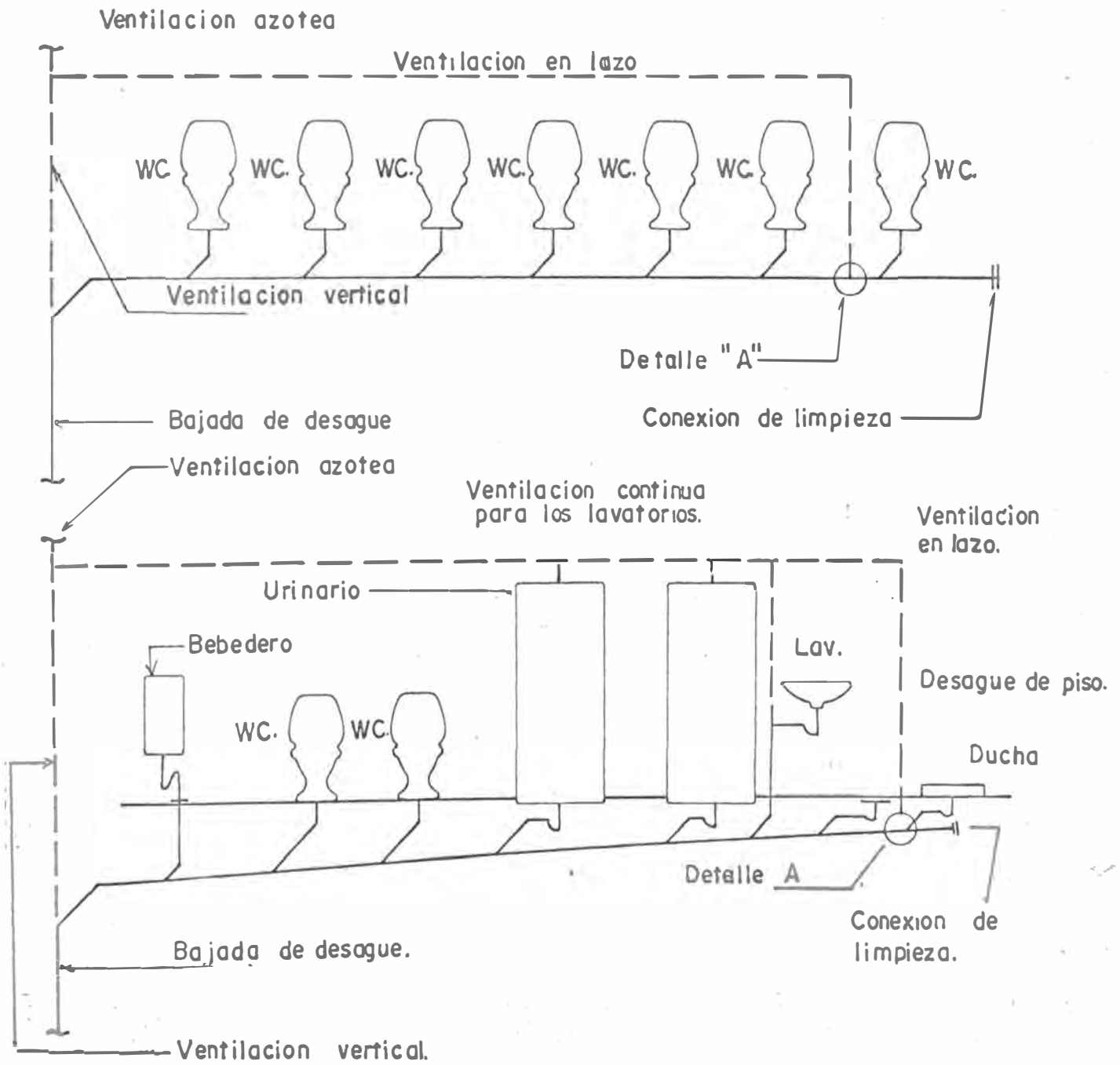
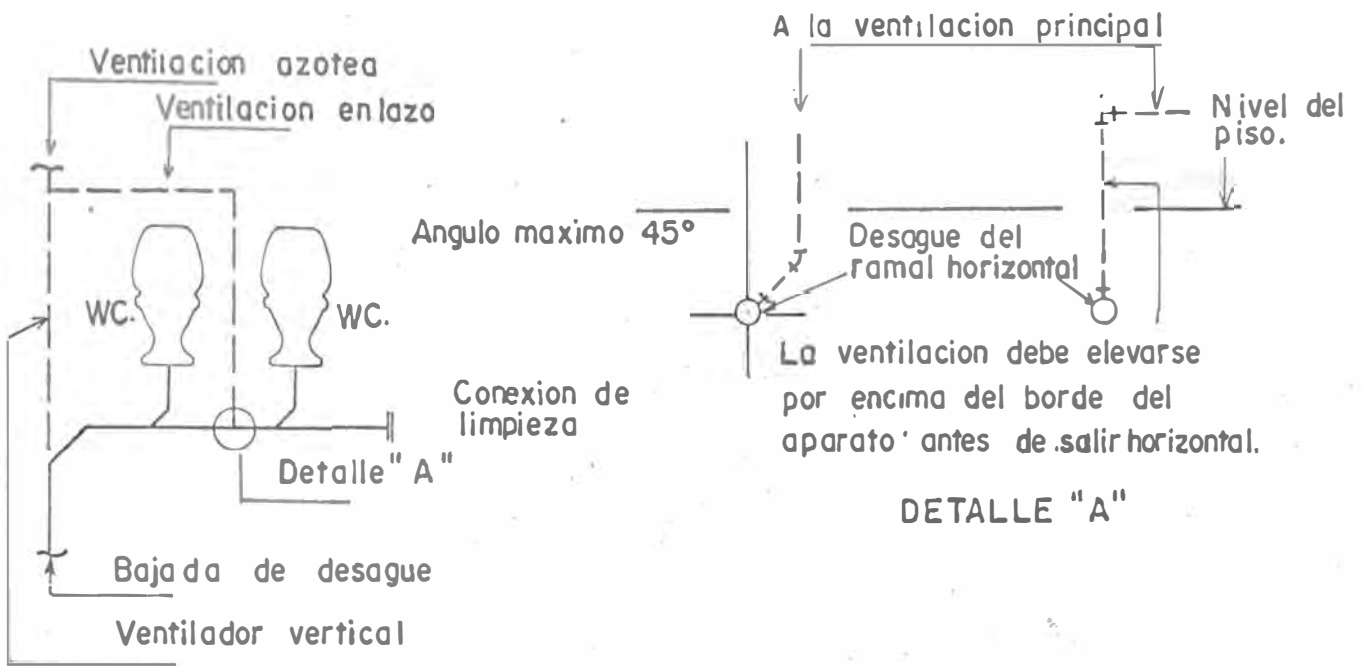
En los sistemas de combinación de tuberías de desechos y de ventilación, limitadas para ser usadas como un medio para ventilar las trampas de los desagües de piso y de fregaderos de lavatorio, se deben permitir junto con la tubería de desechos de ramal horizontal de un sistema independiente de aceites inflamables o en donde se consideren aceptables para otros sistemas.

FIGURA 10

VENTILACION EN CIRCUITOS



# VENTILACION EN LAZO



La tubería de combinación de desechos y de ventilación debe tener un diámetro doble al que se requerirá de otra manera para drenaje solamente.

Además el ramal de tubería horizontal de desechos y de ventilación debe proveerse con conexiones de tubería de ventilación para permitir la circulación del aire a través de tales desagües de ramal horizontal. Véase figs. # 12, y 13.

#### TUBERIAS DE VENTILACION

Dada la exigencia de ventilar cada uno de los aparatos sanitarios así como el uso de cada tipo de ventilación explicado en el presente capítulo, no se presenta con frecuencia en la práctica, bastando con ventilar según el caso las derivaciones o prolongando las bajadas hacia arriba suficientemente

Para el cálculo de las derivaciones de ventilación se puede usar la tabla N° 14 y para las columnas, la tabla N° 15 en el caso especial de tener una ventilación de circuito se debe utilizar la tabla N° 16.



# S MA PARA DESECHOS ACIDOS CON UNIDAD NEUTRALIZADORA

Termínese como se requiera para los terminales de ventilación

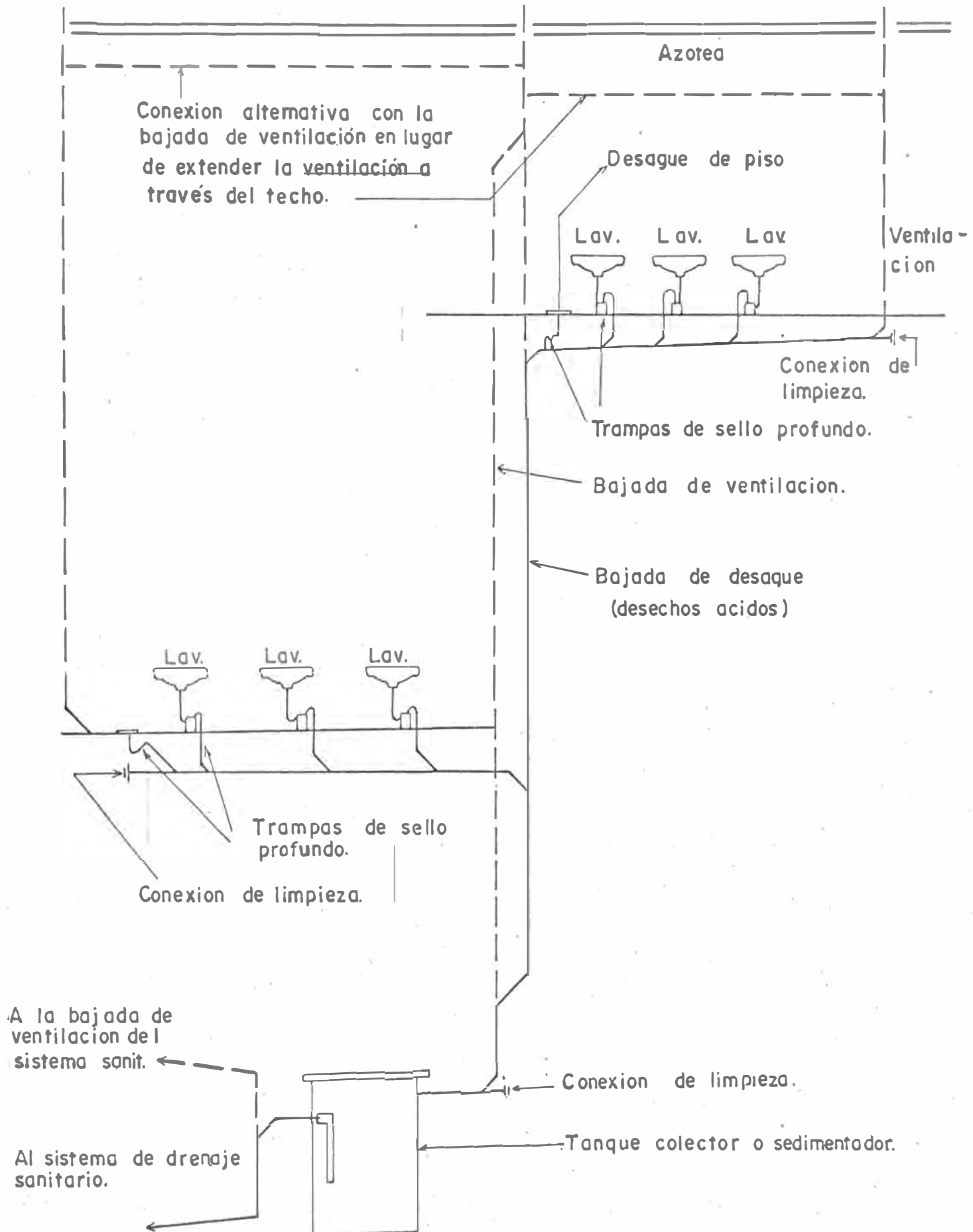
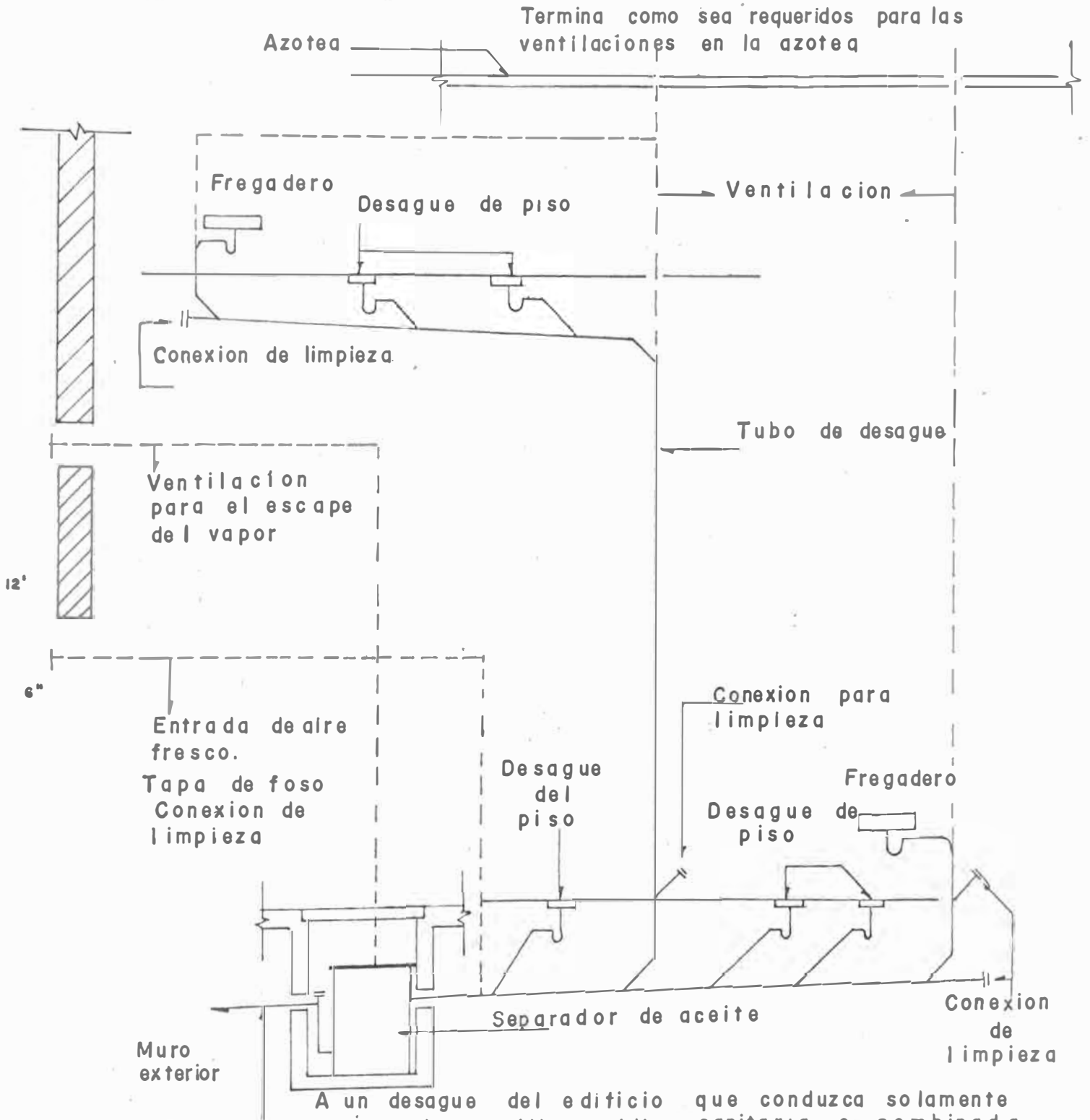


FIGURA 13

DISPOSICION DE LA TUBERIA COMBINADA DE DESECHOS Y VENTILACION PARA EL DESAGUE DE DESECHOS VOLATILES ACEITES INFLAMABLES.



A un desague del edificio que conduzca solamente a una alcantarilla publica sanitaria o combinada, cuando sea accesible, cuando no, debe descargar en un sistema independiente de pozo seco.

T A B L A N°14

DIAMETROS Y LONGITUDES DE LA TUBERIA DE VENTILACION  
PARA RAMALES HORIZONTALES

DIAMETROS DEL RAMAL (Pulg)	PENDIENTE (%)	DIAMETRO DE LA TUBERIA DE VENTILACION (PULGADAS)							
		1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"
		LONGITUD MAXIMA DE LA TUBERIA DE VENTILACION (mt)							
1 1/4	4								
1 1/2	4								
2	1								
2	2								
2	4								
2 1/2	1								
2 1/2	2	242							
2 1/2	4	138	272						
3	1	198	-						
3	2	100	213						
3	4	45	117						
4	1	40	109						
4	2	21	44	180					
4	4	12	22	81					
5	1		28	108	254				
5	2		16	48	124				
5	4		6	24	62	215			
6	1		10	37	96	-			
6	2			18	46	167			
6	4			6	22	77	288		
8	1				18	69	251		
8	2				9	35	136		
8	4					15	65	234	
10	1					27	95	-	
10	2					8	50	177	
10	4						23	76	228

(TOMADO DEL "NATIONAL PLUMBING CODE" U.S.A.)

T A B L A N° 15  
 DIMENSIONES DE LOS TUBOS DE VENTILACION PRINCIPAL

DIAMETRO DE LA MONTANTE (Pulg)	UNIDADES DE DESCARGA VENTILADAS	DIAMETRO REQUERIDO DEL TUBO DE VENTILACION PRINCIPAL								
		1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6	8
		<u>LONGITUD MAXIMA DEL TUBO EN METROS</u>								
1 1/4	2	9								
1 1/2	8	15	45							
1 1/2	10	9	30							
2	12	9	23	60						
2	20	8	15	45						
2 1/2	42		9	30	90					
3	10		9	30	60	180				
3	30			18	60	150				
3	60			15	24	120				
4	100			10	30	78	300			
4	200			9	27	75	270			
4	500			6	21	54	210			
5	200				11	24	105	300		
5	500				9	21	90	270		
5	1,100				6	15	60	210		
6	350				8	15	38	120	390	
6	620				5	9	30	90	330	
6	960					7	21	75	300	
6	1,900					6	15	60	210	
8	600						12	45	150	390
8	1,400						9	30	120	360
8	2,200						8	24	105	330
8	3,600							18	75	240
10	1,000							23	38	300
10	2,500							15	30	150
10	3,800							15	24	105
10	5,600							8	18	75

T A B L A n°16

DIAMETRO DE LOS TUBOS DE VENTILACION EN CIRCUITO DE LOS RAMALES  
 TERMINALES DE TUBOS DE VENTILACION INDIVIDUALES

DIAMETRO RAMAL HORIZONTAL DE DESAGUE	NUMERO MAXIMO DE UNIDADES DE DESCARGA	DIAMETRO DE TUBO DE VENTILACION					
		MAXIMA LONGITUD DEL TUBO VENTILACION					
		1 1/2"	2"	2 1/2"	5"	4"	5"
1 1/2	10	6.0					
2	12	4.5	12.0				
2	20	3.0	9.0				
3	10		6.0	12.0	30.0		
3	30			12.0	30.0		
3	60			4.0	24.0		
4	100		2.1	6.0	15.6	60.0	
4	200		1.8	5.4	15.0	54.0	
4	500			4.2	10.8	42.0	
5	200				4.8	21.0	60.0
5	1,100				3.0	12.0	42.0

T A B L A N°17

Tipo de aparato Sanitario

Dimetro mínimo para ventilación individual

Lavatorio, lavadero, lavadero de ropa, ducha, tina, bidet sonidero de piso

1 1/2"

Inodoro (W.C.)

2"

Para aparatos no especificados, el diámetro de la tubería de ventilación será igual a la mitad del diámetro del conducto de desagüe al cual ventila y en ningún caso menor del 1 1/4".

Cuando la ventilación individual va conectada a un ramal horizontal común de ventilación, su diámetro y longitud se determinarán de acuerdo a la tabla N°16.

Finalmente de acuerdo con estas tablas asumire que todas las líneas horizontales de ventilación en los baños será de 2" como recomendé anteriormente y que amarrarán a las tuberías principales de Ventilación (Verticales) cuyos diámetros se pueden ver en los planos respectivos.

Para la ventilación de los desagües de los servicios higiénicos en el sector 2,2A se han adoptado en base a el cálculo de su diámetro y la longitud del tubo de ventilación mediante la utilización de las tablas: 15-16-17 (dicho cálculo se puede apreciar en la tabla N°18).

T A B L A N°18

MONTANTE			VENTILACION PRINCIPAL			PARA EL DIAMETRO SELECCIONADO		
N°	UD	Ø	N°	UD	Long. y mts.	Ø	Max. UD Ventiladas	Longitud máxima del tubo en mts.
B-1	36	4"	V-1	36	9	2"	100	11
-	-	-	V-3	4	9	3"	10	180
B-2	36	4"	V-2	36	9	2"	100	11
B-3	36	4"	V-4	36	9	2"	100	11
-	-	-	V-6	19	9	3"	30	150
B-4	18	4"	V-5	18	3	2"	100	11
B-5	27	4"	-	27	3	3"	100	78
-	-	-	V-7	24	9	3"	30	150
B-6	23	4"	V-8	23	6	3"	100	78
-	-	-	V-9	19	9	3"	30	150

NOTA: PARA HACER ESTOS CALCULOS SE UTILIZARON LAS TABLAS N°15-16-17 y EL DIAGRAMA N°18 DEL CAPITULO XI "DESAGUE"

## CAPITULO XII -A

### DISPOSICION DEL AGUA PLUVIAL

Los edificios deben equiparse con medios para eliminar el agua de las azoteas y de las áreas pavimentadas, incluyendo los patios y los jardines.

El agua obtenida pluvialmente se debe conducir a un sistema adecuado y sin inconvenientes de eliminación de agua de lluvia, tal como una alcantarilla pública pluvial ó combinada, donde esto sea posible. Por otro lado nunca debe descargarse el agua pluvial en las alcantarillas destinadas exclusivamente para aguas negras; ni deben descargarse, de manera que el agua corra a través de las aceras públicas, desaguando en predios adyacentes que puedan causar erosión de la tierra ó que forme charcos en los terrenos.

Entre las formas de eliminar el agua pluvial llevándola a una corriente existente en los terrenos o adyacentes a ellos, ó a un sistema adecuado de pozos secos construidos bajo tierra.

En los lugares en que pueden obtenerse alcantari-



llos pluviales públicos o combinados para la eliminación del agua de lluvia de un edificio, es recomendable que el sistema de drenaje pluvial del edificio, quede conectado al sistema público.

Por lo general en las regiones donde se han instalado alcantarillas para agua pluvial, públicas o combinadas es imperativo que los sistemas de drenaje de agua de lluvias de los edificios y de los predios sean conectados al sistema público si los predios se encuentran a una distancia razonable del sistema.

#### DRENAJES DE LAS AGUAS DE LLUVIA

En el capítulo referente al drenaje de agua se vio como iba un sistema combinado el cual esta conformado por el drenaje de lluvias y de desague sanitario los cuales se deben de diseñar para evitar el escape de los gases y de los respectivos olores inconvenientes de la alcantarilla del sistema combinado. Lo cual se puede evitar ya sea por medio de una trampa.

### SISTEMA DE EVACUACION DE LAS AGUAS DE LLUVIA

El sistema de evacuación de aguas de lluvia es el que sirve para recoger el agua proveniente de las precipitaciones de lluvia que caen sobre los techos, patios y/o zonas pavimentadas de una edificación y de lo evacuan hacia un sistema de disposición final adecuado.

En la elaboración del presente capítulo sólo trataré del sistema de colección y evacuación del agua de lluvia interior esto es en la Edificación dejando la disposición final, a el campo de las redes exteriores.

En la evacuación de aguas de lluvia existen 3 formas de evacuar estas siendo las siguientes:

- Red de evacuación de aguas de lluvia separado del sistema de alcantarillado.
- Red de evacuación de aguas de lluvia conectada a la red de alcantarillado cuando el sistema de colectores públicos lo permita. Este último sistema se le llama Red Alcantarillado Mixto.
- Evacuación de aguas de lluvia a canaletas o jardines.

Todo proyectista todo el diseño y cálculo de un

sistema de evacuación de agua de lluvia es muy importante analizarlo previamente si es necesario o conveniente considerarlo en un proyecto de Instalaciones Sanitarias.

Para lo cual se deben tener en cuenta los siguientes factores mediante los cuales se puede tomar una decisión.

- 1.- Intensidad de la precipitación pluvial.
- 2.- Frecuencia de las lluvias.
- 3.- Area de la edificación expuesta a lluvia.
- 4.- Sistema de disposición final con que cuenta la ciudad o lugar donde se encuentra la edificación.
- 5.- Costo del sistema

Después de un análisis de estos factores combinados se podrá tomar una decisión de implantar como el sistema de evacuación de agua de lluvia.

Por lo general en los lugares donde dada la gran frecuencia y la precipitación pluvial se cuenta con una red separada para la evacuación de agua de lluvia, se debe diseñar el sistema de evacuación de aguas de lluvia que este conectado a la red respectiva.

Cuando la ciudad o lugar en estudio no cuenta con una red separada, y se producen lluvias de altas precipitaciones y frecuencia, será necesario conectar el sistema de evacuación de aguas de lluvia a la red de alcantarillado o a un sistema apropiado de precolocación.

En los lugares donde la precipitación pluvial es baja, pero la frecuencia es alta se deberá instalar sistema de evacuación de lluvia la cual puede ser conectada a jardines o a la red de alcantarillado tomando las precauciones necesarias para no destruir los colectores instalando interceptores de sólidos.

Cuando la precipitación es bajísima y las lluvias de alta precipitación caen con frecuencia muy bajas (15-20-30 años) no suele ser económico instalar un sistema de evacuación de aguas de lluvia separado, pudiendo en estos casos, tomar las precauciones dando pendientes a los techos y conectando la parte más baja o alguna bajada de desagüe con su respectivo interceptor de sólidos.

En todo proyecto de un sistema de colección y evacuación de aguas de lluvia, se tiene que considerar 2 etapas:

- El diseño del sistema
- El cálculo de los conductores.

En la etapa de diseño será necesario estudiar detenidamente el proyecto arquitectónico de la edificación, con el fin de determinar las áreas expuestas a lluvia, sean estos techos, azoteas, patios, terrazas, ingresos (rampas) a garage, estacionamientos, etc; donde será necesario instalar los accesorios necesarios que colectarán el agua de lluvia a través de las superficies consideradas, diseñando la pendiente apropiada para cada área o secciones de área si es muy extensa.

Cuando se trate de terrazas, patios, ingresos o ambientes utilizables, cuyas aguas van a ser descargadas a la red de desagües son indispensables considerar trampas o sifones, con lo cual se logra impedir la salida de gases, no así para techos o azoteas, donde puede conectarse a conductores de desagüe y en los casos ya explicados anteriormente.

En general será necesario, como he dicho anteriormente la instalación de sumideros con rejilla y/o separador de sólidos.

Para el cálculo de los conductores ya sean horizon-

tales para la recolección del agua de lluvia, o verticales para las bajadas respectivas se pueden efectuar en varias formas:

A.- Calculando el diámetro de los conductos mediante la utilización de la siguiente fórmula y la pendiente del área o conducto.

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{360}$$

Q = Caudal en m<sup>3</sup>/seg.

C = Relación entre la esconterria y la cantidad de lluvias caídas en el área.

I = Intensidad de lluvia en mn/hora

A = Area a drenar en hectáreas

El valor de C puede estimarse:

- Para superficies impermeables de techos = 0.75 a 0.95
- Para pavimentos de asfaltos 0.85 a 0.90

- Para jardines, parques, prados 0.05 a 0.25

B.- El cálculo de las montantes conductoras horizontales y canales semicirculares se puede hacer utilizando las tablas 27-1 y 27-2 27-3(X-IV-9-1; X-IV-9-II y X-IV-9-III) del Reglamento Nacional de Construcciones las cuales las adjunto a las tablas N<sup>o</sup>. 1, 2, y 3 mediante las cuales se determina el diámetro con la intensidad de lluvia y la proyección horizontal del área servida.

T A B L A N<sup>o</sup> 1

MONTANTES DE AGUAS DE LLUVIA

DIAMETRO DE LA MONTANTE	INTENSIDAD DE LLUVIAS (mm/hora)					
	50	75	100	125	150	200
metros cuadrados de área servida (proyec. horizontal)						
2"	130	85	65	50	40	30
2 1/2"	240	160	120	95	80	60
3"	400	270	200	160	135	100
4"	850	570	425	340	285	210
5"			800	640	535	400
8"					835	625

## T A B L A N°2

## CONDUCTOS HORIZONTALES PARA AGUAS DE LLUVIA

DIAMETRO DEL CONDUCTO	INTENSIDAD DE LLUVIAS (mm# hora)									
	50					150				
	Pendiente 1%					Pendiente 2%				
metros	cuadrados de área servida (proyec. horizontal)									
3"	150	100	75	60	50	215	140	105	85	70
4"	345	230	170	135	115	490	325	245	195	160
5"	620	410	310	245	205	875	580	485	350	290
6"	900	660	405	395	330	1400	935	700	560	885
8"	2100	1425	1065	855	705	3025	2015	1510	1210	31008

## T A B L A N°3

## CANALETAS SEMI-CIRCULARES

DIAMETRO DE LA CANALETA	AREA EN PROYECCION HORIZONTAL (m2) PARA VARRAS PENDIENTES			
	1/2"	1%	2%	4%
3"	15	22	31	44
4"	33	47	67	94
5"	58	81	116	164
6"	89	126	178	257
7"	128	181	256	362
8"	184	260	370	520
10"	334	473	669	929



SELECCION DEL SISTEMA DE EVACUACION DE AGUAS DE LLUVIA

De los datos obtenidos en el SENAMHI (cuadro adjunto), la precipitación total mensual máxima para la zona donde esta ubicada el Hospital, es de 4.0 mm, la que haciendo la transformación necesaria para llevarla a milímetros por hora y esta llevándola a su equivalente en unidades de descarga se puede ver que el resultado es completamente despreciable.

Por lo que podemos darnos un amplio margen de seguridad considerando una precipitación máxima de 50 mm/hora.

Para la evacuación en si de las aguas de lluvia propongo dos alternativas siendo cada una de estas a mi criterio muy buenos y de las cuales habra que hacer la selección en el momento mismo de la construcción.

Las alternativas a la que hago mención son las siguientes:

- A.- Hacer la impermeabilidad de los techos, esto es colocando el ladrillo pastelero o el tarrajeo apropiado, este debe hacerse con las pendientes necesarias y dirigidas hacia el tubo de P.V. C.  $\varnothing = 2"$ , el cual servirá para el drenaje de las aguas de

NOTA: DEBE CONSIDERARSE LAS INTENSIDADES DE LLUVIA

Lluvia (Ver plano) por otro lado, una parte de los techos tendrán un drenaje de agua mediante bajadas las cuales estarán conectados a la red de alcantarillado.

B.- la otra alternativa consiste en colocar m bajada de lluvia dentro de las columnas para lo cual se ha tenido el cuidado necesario en la selección del diámetro, para que no obstaculice con los fierros verticales y los estribos de la columna por otro lado se tendrá mucho cuidado de darle la pendiente necesaria al tramo horizontal que recogerá el agua de lluvia, además este tramo contará con un sumidero el cual evitará que ingresen sólidos a la red (para mayor comprensión ver el detalle adjunto) como en la alternativa anterior una parte drena a la alcantarilla.

ESQUEMA DE BAJADA DE LLUVIA

S / E

