

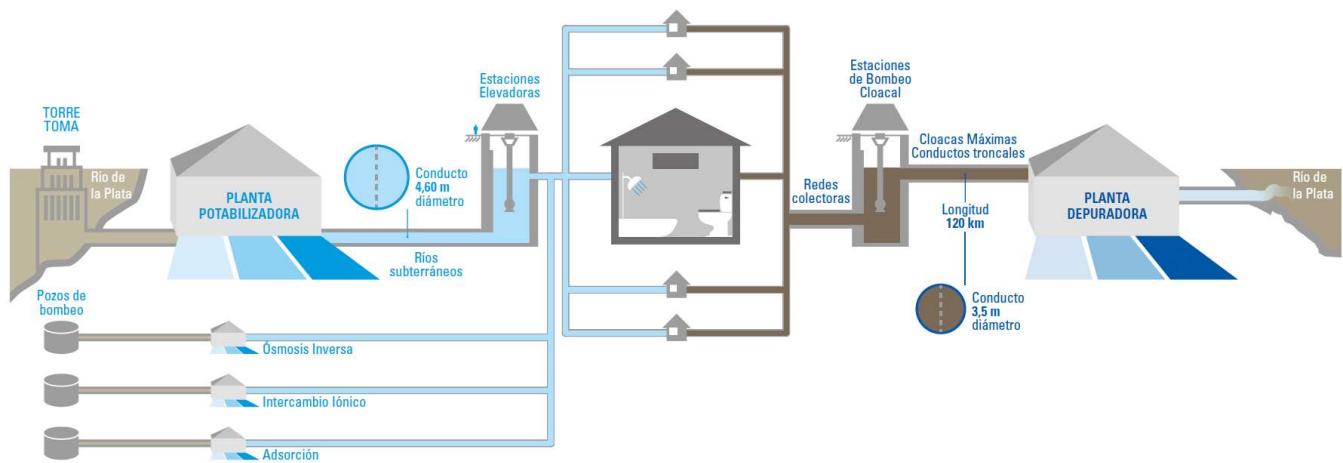
INSTALACIONES EN OBRAS CIVILES I

INSTALACIONES DE DESAGÜES SANITARIOS	2
INSTALACIONES DE DESAGÜES PLUVIALES	23
INSTALACIONES DE PROVISIÓN DE AGUA SANITARIA: AGUA FRÍA.....	30
INSTALACIONES DE PROVISIÓN DE AGUA SANITARIA: AGUA CALIENTE.....	37
SUMINISTRO DE GAS NATURAL DOMICILIARIO	45
PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO	59
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	68
SISTEMAS DE TRANSPORTE VERTICAL.....	72
ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO: TEORÍA.....	76
ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO: CARGAS TÉRMICAS.....	82
INSTALACIÓN DE REFRIGERACIÓN	88
COMPONENTES DEL SISTEMA	95
DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO	107
SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO.....	110
SISTEMAS DE CALEFACCIÓN CENTRAL	115
CALEFACCIÓN POR PANELES RADIANTES	118

INSTALACIONES DE DESAGÜES SANITARIOS

Las instalaciones surgen del proceso de creación de espacios arquitectónicos y concurren a proveer el bienestar físico de las personas que los habiten, dadas sus necesidades biológicas y fisiológicas. Las instalaciones sanitarias son de salubridad. Por un lado, se tienen las instalaciones que proveen agua potable para evitar la propagación de enfermedades hídricas, y por el otro se tienen las instalaciones que eliminan los efluentes cloacales de forma rápida y eficaz, para conducirlos a su destino final. Todo forma parte de proveer un estado acorde a la definición de "salud" dada por la OMS como un estado de bienestar físico, social y mental, en ausencia de enfermedades.

El saneamiento consiste en la provisión de abundante agua potable, la evacuación rápida de desechos del hombre, de gases, de aguas pluviales y desechos industriales y de la disponibilidad de tratamientos que eviten contaminar los cursos de agua, el aire, el suelo o el subsuelo.



Las **normas y reglamentos** que rigen en la Argentina para las instalaciones sanitarias son:

- Nuevo código de edificación de la Ciudad de Buenos Aires con sus Reglamentos Técnicos.
- Normas y Gráficos de las Instalaciones Domiciliarias e Industriales (Ex Obras Sanitarias de la Nación)
- Normas IRAM para calidad de materiales y aplicación para dibujo técnico.

Los **principios básicos de funcionamiento** para evitar la contaminación ambiental son:

- Estanqueidad: que los líquidos no puedan salir de las cañerías, debido al riesgo contaminante del efluente.
- Hermeticidad: que los gases producidos por la degradación de la materia orgánica circulen por dentro del sistema de desagües cloacales, sin salir en lugares inapropiados.
- Escorrimiento por gravedad: que las cañerías tengan pendiente hacia su disposición final, en función del diámetro, para garantizar la velocidad adecuada de funcionamiento
- Posibilidad de desobstrucción: se debe contar con accesos a la instalación para desobstrucción, limpieza y mantenimiento porque el líquido cloacal tiene características obstructivas y puede haber usos indebidos por parte de las personas
- Ventilación: garantizar un circuito que permita eliminar al exterior o recuperar los gases (amoníaco, ácido sulfúrico) que se generan por la descomposición de la materia orgánica dentro del sistema, protegiendo la salud y evitando el daño de las instalaciones.

❖ SISTEMAS DE FUNCIONAMIENTO

- OBRAS INTERNAS: Son las obras de desagüe dentro de los edificios, sus artefactos receptores y canalizaciones hasta la conexión con la red externa.

- Domiciliarias: Tratan los desagües cloacales y pluviales internos

Primarios: Destinado a conducir para su eliminación las aguas peligrosas (negras) de rápida descomposición. Se efectúa por cañerías primarias. Los artefactos que reciben estos efluentes y los envían al sistema primario son los inodoros, migitorios, lavachatas y slop-sink o vaciadero. Se debe evitar la obstrucción y se aíslan hidráulicamente a través de sifones que impiden el paso de los gases a los ambientes donde están instalados.

Secundarios: aguas de lavado, no obstructivas. Los artefactos secundarios son los lavabos, bidets, bañeras, duchas, piletas de cocina y de lavar.

Ventilaciones: eliminación de gases y generación de un equilibrio hidráulico

- Industriales: Los efluentes provenientes de industrias deben ser tratados previamente antes de desague a las redes colectoras.

- OBRAS EXTERNAS: Comprenden la red de cañerías colectoras de desagües de edificios, a través de la conexión domiciliaria y conformando las redes colectoras cloacales que empalman en cañerías mayores y entroncan a las cloacas máximas. Estas últimas conducen las aguas hacia su tratamiento y disposición final.

- Estático: Cuando se debe resolver la disposición de desagües cloacales en el propio terreno o sus inmediaciones. (Típico de zonas rurales que no tienen infraestructura dinámica). Incluye: planta de tratamiento; infiltración en el propio terreno

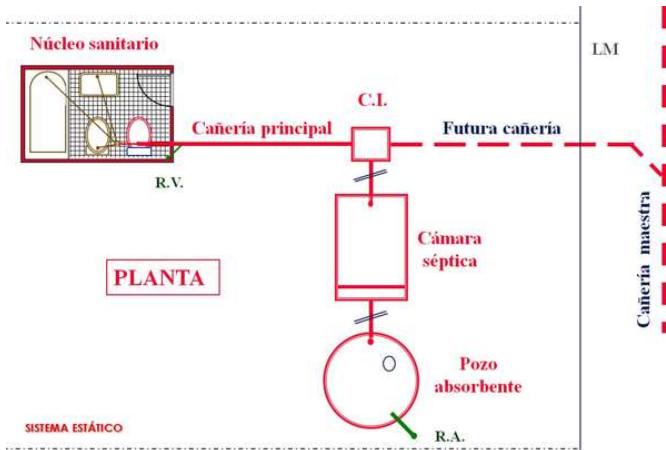
- Dinámico: Cuando existen redes externas de recolección de desagües domiciliarios que los derivan al tratamiento y/o disposición final. (Típico de zonas urbanizadas que tienen infraestructura de saneamiento). Incluye: conexión de cloaca; colectora y redes externas; cañería de gran diámetro (cloacas máximas); plantas de tratamiento; receptores naturales (cursos o terrenos)

Según el destino de los desagües:

- Separativo: Radio nuevo. El desagüe cloacal y el pluvial se vierten y circulan por canalizaciones independientes
- Unitario: Radio antiguo de Buenos Aires. Parte de los desagües pluviales se conducen en forma conjunta con los cloacales.

Según el sistema de ventilación empleado:

- Ingles o Cerrado: ventilación exterior e interior independientes, separados por el “sifón desconector” que se coloca en el empalme de la cañería principal y la domiciliaria cloacal.
- Americano o Abierto: ventilación exterior e interior en común (se usa ahora), unificados por el empalme de la cañería principal y la domiciliaria cloacal. Los gases que se generan en toda la instalación cloacal son barridos por el aire que ingresa por las rejillas de tapas de bocas de registro y se eliminan por ventilaciones de la instalación domiciliaria.



El sistema estático se plantea paralelo a la línea municipal para prepararlo si en algún momento se instala la cloaca (Sistema dinámico futuro)



Componentes del sistema de desagüe cloacal:

- Sistema primario: destinado a conducir para su eliminación las deyecciones humanas y líquidos en general que puedan entrar en rápida descomposición (materia fecal, orinas, grasas), que se denominan “aguas negras” y su desagüe es directo a las cañerías primarias.

Los artefactos que reciben estos efluentes se denominan primarios y se aíslan hidráulicamente a través de sifones que impiden el paso de gases a los ambientes donde están instalados. (inodoros, mingitorios, lavachatas, piletas de piso que reciben desagües de mingitorios, bocas de acceso, cámaras de inspección, pozo de bombeo y slopsink)

- Sistema secundario: conduce las aguas servidas provenientes del lavado y la higiene personal. No son de carácter nocivas ni obstructivas, por lo que pueden desaguar por un sistema abierto (no hay riesgo de contaminación del ambiente) mientras no permanezcan estancadas.

Los desagües secundarios confluyen a una pileta de patio o piso que cumple la función de unir varios desagües y sirve para la transición con el sistema primario (porque tiene un cierre hidráulico). (lavabos, bidets, bañeras, receptáculos de ducha, fuentes de beber. Las piletas de cocina requieren desagüe primario con un sifón por las grasas que son de fácil descomposición)

- Sistema de ventilación: Debido a que los efluentes tienen alta concentración de materia orgánica que entra rápido en descomposición y produce gases nocivos, se requiere poder recuperar dichos gases (para utilizarlos como biogás) o eliminarlos al ambiente en lugares donde se expandan sin originar riesgos. Las ventilaciones garantizan el equilibrio hidráulico de la instalación.

❖ MATERIALES Y ACCESORIOS

Debido a que se transportan líquidos de características obstructivas, putrescibles y agresivas, se deben utilizar materiales impermeables, resistentes a golpes, a corrosión y con superficies interiores lisas que no obstaculicen el escurrimiento.

Las cañerías no están llenas de líquido, por lo que son susceptibles a propagar el fuego. Por esto se exige que el material no sea inflamable y no emita humos tóxicos.

Polipropileno (PP): ignífugo y auto-extinguible. Ø 40/50/64/110/160. Espesor 2.2mm

La unión entre accesorios y cañerías es por espiga-enchufe, sellado con juntas elastoméricas que deben permitir la dilatación. Garantizan resistencia, estanqueidad y facilidad de trabajo, permitiendo vincular con otros sistemas.

Policloruro de Vinilo (PVC): Ø40/50/64/110/160. Espesor mínimo de 3.2mm.

Liviano, fácil de manejar y rapidez en la ejecución que reduce costos de obra. Bajo mantenimiento y mínima pérdida de carga. Su unión con accesorios es mediante espiga-enchufe con pegamento o con doble aro de goma (O'ring) que es más segura y fácil de armar.

Latón (Lt): aleación de cobre y zinc. Ø32/38/50/60.

Se unen por soldadura blanda o fuerte. Es más costoso y requiere mano de obra preparada.

Hierro fundido (HF): Ø entre 60 y 150, con espesores variables.

Alta resistencia mecánica y firmeza de uniones, resistente a golpes en la construcción y vida útil, pero si se unen por calafateado es complejo y costoso. Se unen con accesorios mediante espiga-enchufe sellando las juntas con plomo calafateado o con doble aro de goma o abrazadera metálica con junta de neopreno.

Plomo (Pb): Metal pesado, contaminante. Flexible y resistente al ataque de ácidos, pero es atacable por cales y ácidos orgánicos. No se puede emplear en contacto con el suelo. Se unen por soldadura.

Material vítreo (MV): Está en desuso, es el más antiguo. Costo elevado y gran fragilidad, pero su buen coeficiente de rozamiento permite la rápida evacuación de líquidos. Su unión es mediante enchufe con sellado de juntas con material asfáltico en caliente o mastic asfáltico en frío.

Hormigón comprimido (HC): No se recomienda su uso porque es frágil y permeable. Requiere apoyar sobre mampostería u hormigón pobre. Las juntas se realizan con mortero de cemento o mastic asfáltico.

Transición entre materiales:

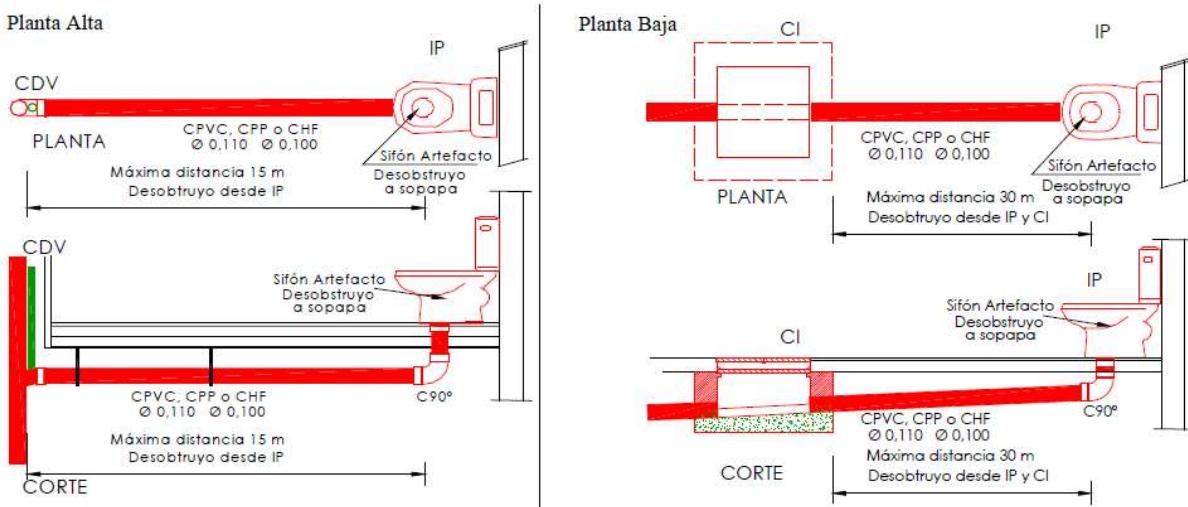
- Hierro fundido - plomo: se usa un tubo de unión de latón que se une al hierro y se suelda al caño de plomo.
- Hierro fundido - cemento: con transición de aro de goma o mastic asfáltico
- Hierro fundido - PVC: con aro de goma.
- Hierro fundido - PP: juntas de transición elastoméricas
- PP – PVC: su diámetro exterior suele coincidir por lo que puede usarse espiga-enchufe o hay manguitos en el mercado para resolver la transición espiga-espiga.

Generalmente, los artefactos sanitarios y de cocina son fabricados en gres cerámico o loza (materiales impermeables, lisos y resistentes a golpes ocasionales) y algunos en acero inoxidable como las piletas de cocina.

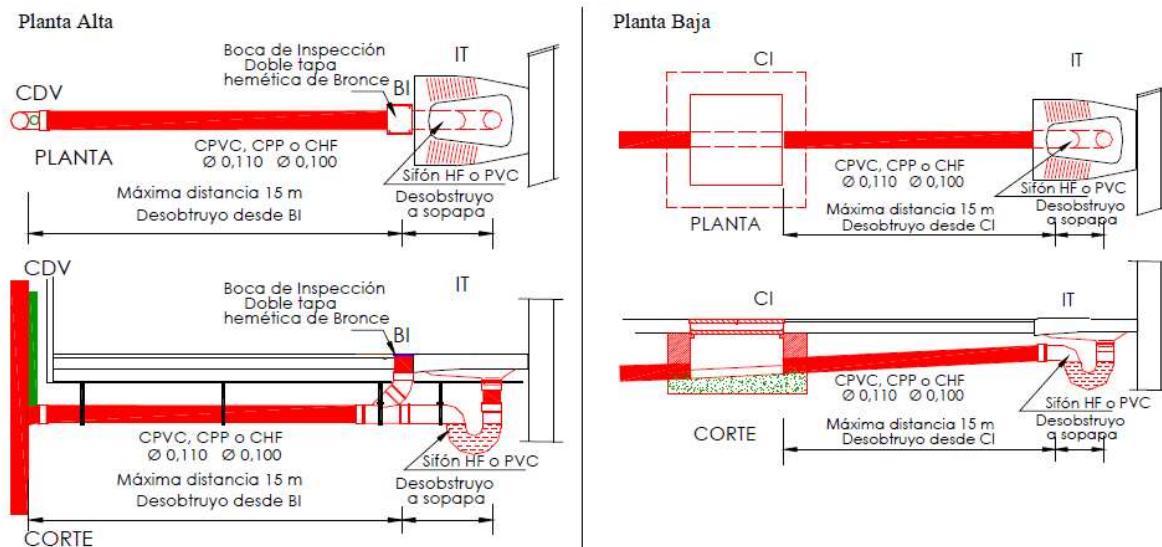
❖ ARTEFACTOS PRIMARIOS Y SUS DESAGÜES

Inodoros: Cañería de descarga: Ø100

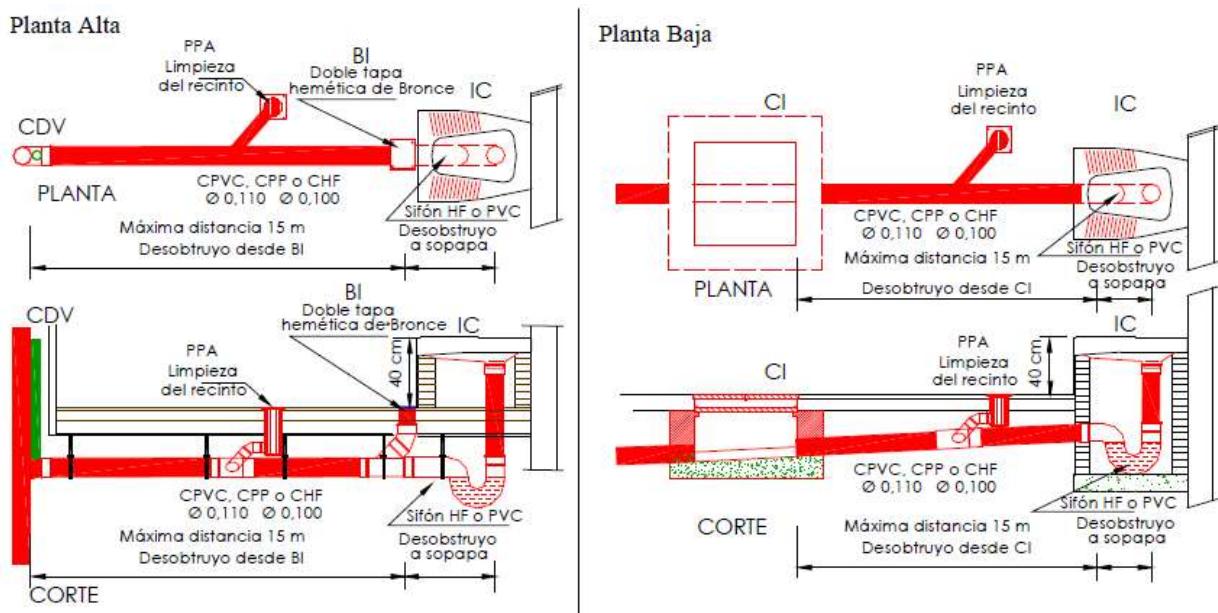
- **Inodoro Pedestal (IP)** palangana + sifón. Tiene una base que mantiene la palangana a una cierta altura del nivel del piso. Es removible para acceder a la cañería para mantenimiento y desobstrucción.



- **Inodoro a la Turca (IT)** tiene una palangana. Puede o no tener sifón. Se coloca a nivel de piso y no es removible por lo que requiere una boca de inspección para acceder a la cañería y desobstruir. El artefacto y el sifón se desobstruyen a sopapa.



- **Inodoro Común (IC)** tiene una palangana que apoya en mampostería u hormigón, a aprox. 40cm del piso. No es removible, por lo que se deben prever elementos de acceso a la cañería y se recomienda colocar una piletta de patio abierto. El artefacto y el sifón se desobstruyen a sopapa.



Depósito de descarga de agua para inodoros

La limpieza requiere que tenga un sistema de descarga brusca de agua.

- DAI: Depósito automático de inodoro
- Depósito con sistema de descarga selectiva dual (3 o 9 litros según la tecla, para usar el volumen necesario en cada oportunidad y reducir el consumo)

Tienen una válvula de limpieza en la bajada del tanque de reserva y está provista de una llave de paso para independizar del resto de los artefactos.

Vaciadero o slop-sink (SS): utilizado en clínicas y hospitales para arrojar residuos.

Lavachatas (LCH): utilizado en clínicas, hospitales y sanatorios. Cumplen con la misma descarga que los inodoros

Mingitorio (M): El receptáculo debe tener bordes redondeados que permitan la limpieza con la descarga de agua o al accionar una válvula de limpieza manual. Pueden ser a ménsula o mural. Según el tipo de desagüe:

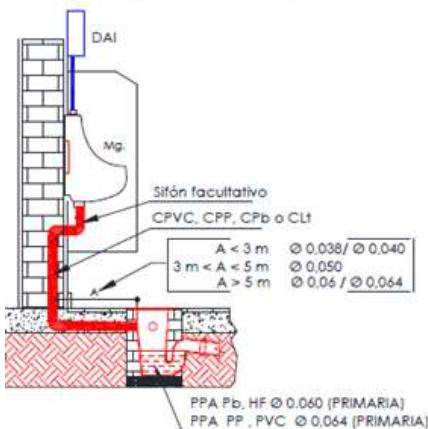
- A canaleta impermeable: una canaleta unifica la descarga de los mingitorios y descarga a una pileta de patio abierta de Ø60 (no más de 6 artefactos por PPA). No es obligatorio el uso de sifones.
- A pileta de patio abierta: cada mingitorio descarga a la PPA de Ø60 (máximo 3 mingitorios a la misma pileta). No es obligatorio el uso de sifones.

Diámetros mínimos de desagüe:

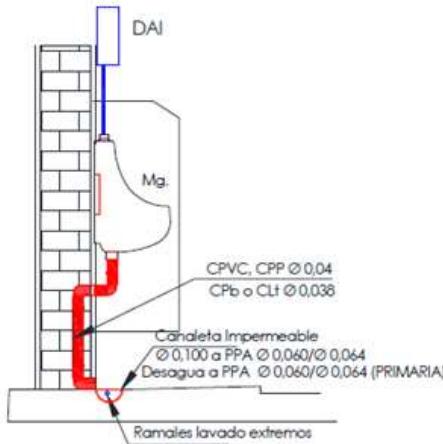
- Ø40 cuando PPA esté ubicada a 3m como máximo
- Ø50 cuando PPA esté ubicada a entre 3 a 5m
- Ø60 cuando PPA esté a más de 5m o cuando desagüe directo a la cañería principal.

- A cañería principal: requieren un sifón de Ø50 porque conectan directamente a una cañería principal. La cañería de descarga es de Ø60.

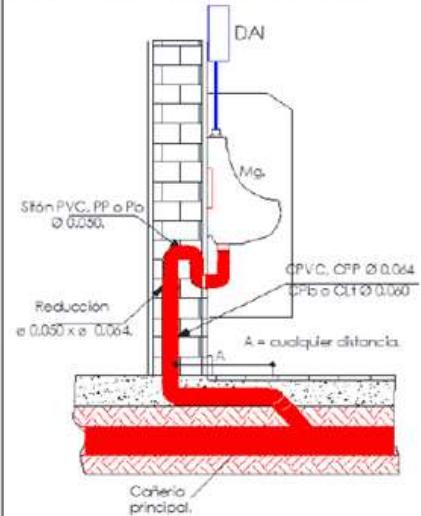
Desagüe mingitorio a pileta de piso:



Desagüe mingitorio a canaleta:



Desagüe mingitorio a cañería principal:



Es obligatorio colocar llave de paso al ramal que alimenta los depósitos de descarga automática (DAM) cuya capacidad sea al menos 4 litros por mingitorio.

❖ ARTEFACTOS SECUNDARIOS Y SUS DESAGÜES

En el sistema cerrado, todos los artefactos secundarios llevan sifón y descargan a boca de desagüe tapada, pero en el caso del sistema abierto, el único que lleva sifón es la pileta de cocina (porque recibe grasas y restos orgánicos de alimentos) y pueden descargar a una pileta de piso abierta que también recoge el desagüe del piso del local y posee un cierre hidráulico.

Lavatorio (La):

Desagüe en Ø40 de PVC o PP, sin exceder los 3m a una pileta de patio abierta Ø60 que recibe máximo 3 series de lavatorios acoplados de a 3.

Bidet (Be):

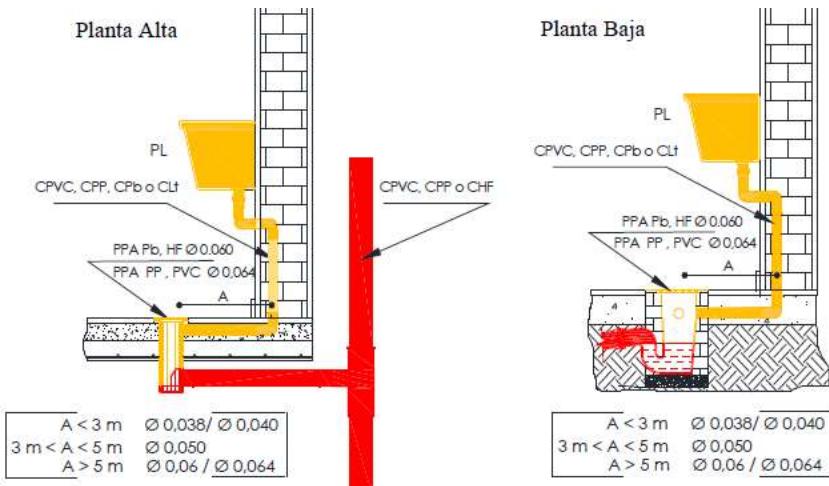
Desagüe en Ø40 de PVC o PP, sin exceder los 3m a una pileta de patio abierta Ø60.

Fuente de beber (Fu Beb):

Desagüe en Ø40 de PVC o PP, sin exceder los 3m a una pileta de patio abierta Ø60.

Pileta de Lavar (PL):

Desagüe en Ø40 de PVC o PP, sin exceder los 3m a una pileta de patio abierta Ø60 que recibe máximo 3 series de 2 piletas de lavar.



Bañera (Ba):

Requieren asegurar la completa estanqueidad utilizando materiales impermeables y pueden o no tener desbordes.

Desagüe en $\varnothing 40$ de PVC o PP, sin exceder los 3m a una pileta de patio abierto $\varnothing 60$

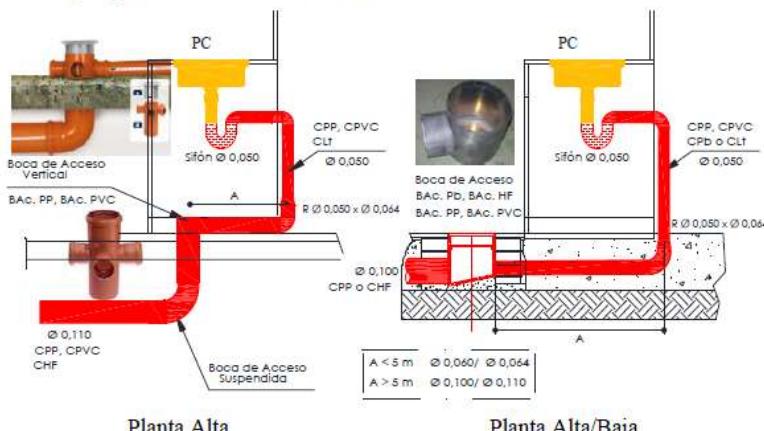
Receptáculo de ducha (RD):

Desagüe en $\varnothing 40$ de PVC o PP, sin exceder los 3m a una pileta de patio abierto $\varnothing 60$

Pileta de Cocina (PC):

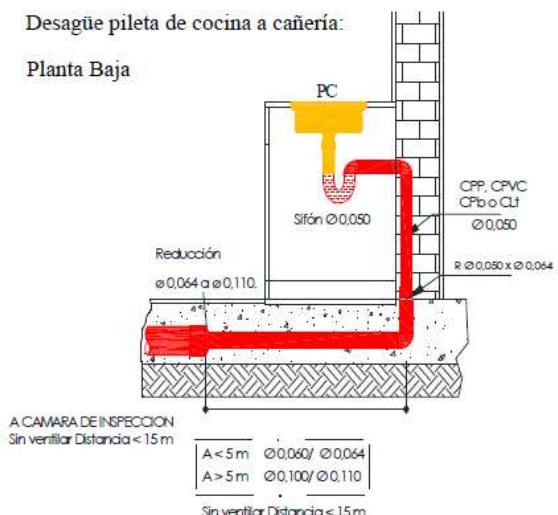
Se conecta directamente a la cañería primaria, por lo que requiere un sifón y cañería de PVC o PP de $\varnothing 50$ con una reducción a una cañería de $\varnothing 60$ (si la distancia es menor a 5m) o de $\varnothing 100$ (distancias mayores a 5m). Pueden desaguar a una boca de acceso, empalme de acceso o cámara de inspección.

Desagüe pileta de cocina a boca de acceso:



Desagüe pileta de cocina a cañería:

Planta Baja



Cañería principal: es la que recorre planta baja y recibe los desagües de todo el edificio.

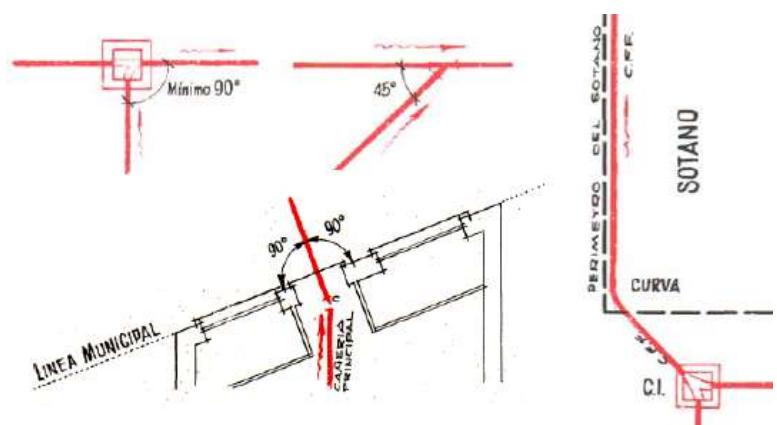
Ramales horizontales: recorren las plantas horizontales

Cañería de descarga y ventilación (CDV) son prolongaciones verticales de la cañería principal que reciben el desagüe de los ramales horizontales de los pisos altos. Empalman con ángulos de 90° o 45°.

❖ PAUTAS DE PROYECTO DE CAÑERÍAS

Trazado:

- Lo más recto y tendido posible. Los cambios de dirección deben ser suaves (máximo 90° con cámara de inspección o ramal a 45° y curva)
- Que los artefactos primarios desagüen de la forma más directa posible debido a las características del líquido.
- Mínimo 90° entre cualquier cañería que llega a la cámara de inspección y el caño de salida de la misma.
- La salida de la cañería principal a la conexión de la red externa debe formar 90° con la línea municipal
- La cañería principal debe estar mínimo a 80cm del eje divisorio del predio (en sótanos puede adosarse a la medianera)
- Se debe comenzar la instalación verificando el nivel de la conexión externa.
- En zonas bajas, todos los artefactos abiertos se colocarán sobre la línea de máxima creciente (+15.80m en Bs As)

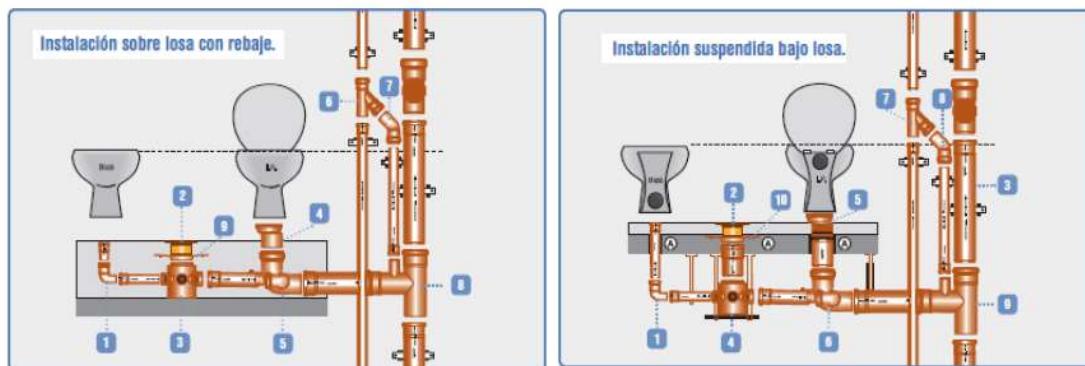


Tapada: distancia entre el intradós de la cañería y el nivel de terreno que se encuentra por encima de ella.

Mínima: depende del material. ($HF = 0.20m$ – Otros: $0.40m$)

Si no se verifica la tapada mínima, se debe profundizar la excavación o elevar el nivel de piso terminado.

Cañerías Secundarias: En planta baja, la piletta de piso puede descargar a cañería principal, un ramal o a cámara de inspección. En plantas altas, descarga a cañería de descarga y ventilación (CDV) y la necesidad de tener piletas de patio obliga a bajar las losas (20cm) o tener un cielorraso suspendido que las oculte.



Diámetros y pendientes:

a) Diámetro $\Phi 0,100$

Pendiente máxima: 1: 20 0,05 m / m

Pendiente mínima: 1: 60 0,0167 m / m

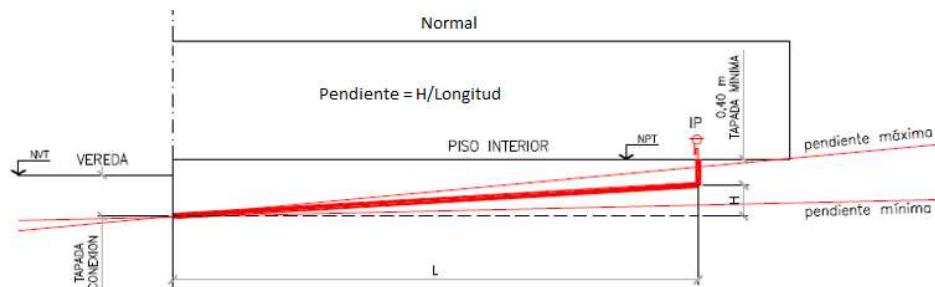
b) Diámetro $\Phi 0,150$

Pendiente máxima: 1: 20 0,05 m / m

Pendiente mínima: 1: 100 0,01 m / m

La pendiente mínima es la que se asocia a tener una velocidad mínima que evite el embancamiento de los sólidos orgánicos en suspensión en el líquido cloacal y la pendiente máxima es la que se asocia a una velocidad máxima que no permite la sedimentación de sólidos orgánicos, evita la erosión del conducto y la rápida descomposición de los fluidos y la correspondiente liberación de gases.

1) Pendiente adecuada:



2) Exceso de pendiente:



Soluciones:

- Mayor excavación

- Saltos (mínimo 50cm):

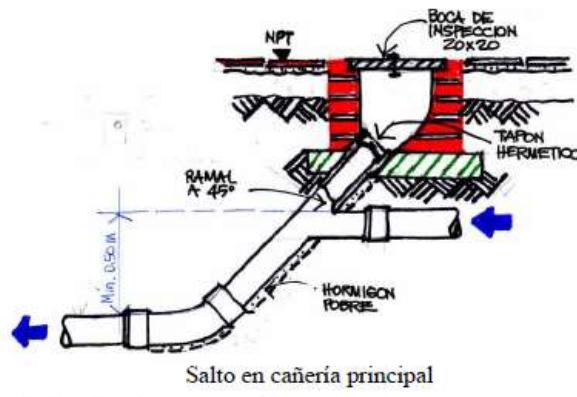
- Salto en la cañería principal: con un ramal a 45° con tapón hermético y una boca de inspección.

- Salto antes de la cámara de Inspección: un ramal a 45° que termina en la cámara con un tapón sellado que permite la limpieza del tramo aguas arriba. La entrada a la cámara se efectúa a nivel del cojinete, de forma recta, con un ramal y curva que apoya sobre un contrapiso de hormigón pobre o la cañería debe ser de hierro fundido)

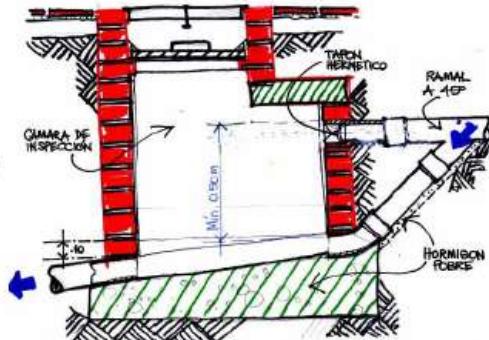
- Salto en la CI: con dos curvas a 90° donde la de entrada debe tener una tapa de inspección. La cañería debe ser de hierro fundido.

- Salto después de la CI: con un ramal a 45°

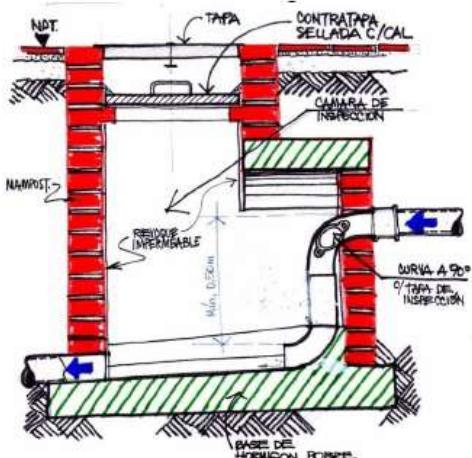
- Salto en un sótano: con una curva a 90° con tapa de inspección



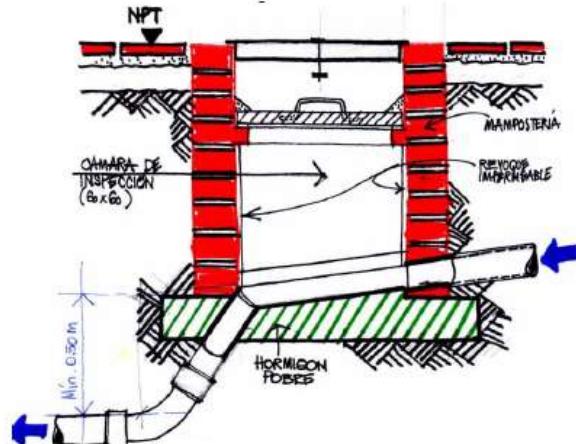
Salto en cañería principal



Salto antes de la cámara de inspección

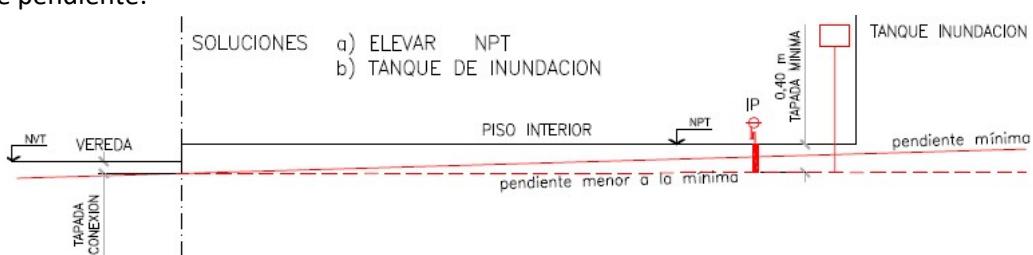


Salto en la cámara de inspección



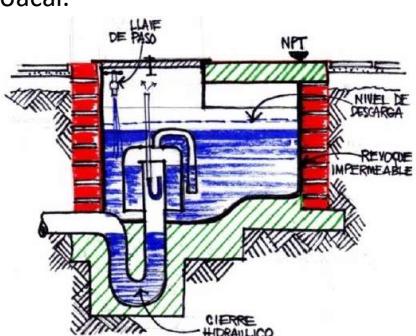
Salto después de la cámara de inspección

3) Defecto de pendiente:



Soluciones:

- Elevar el nivel de piso terminado: permite dar una mayor tapada en la terminación, pero requiere poder dar menor tapada en el comienzo (en función de la tapada mínima) y poder profundizar el punto de llegada en función de la tapada del punto donde se une con la cañería existente o la conexión cloacal.
- Colocar un tanque de inundación: en el extremo más alto del tramo con defecto de pendiente. Sólo se usa cuando lo anterior no es posible de realizar, pero no se recomienda por problemas de mantenimiento. El tanque se ubica a 2-4m y su capacidad es 1/3 del volumen de la cañería a la que se conecta. Posee un dispositivo sifónico y funciona cuando el agua alcanza un determinado nivel, se expulsa agua de un tubo capilar y se igualan las presiones dentro y fuera de la campana, el sifón se ceba y expulsa el agua.



❖ ACCESOS A CAÑERÍAS

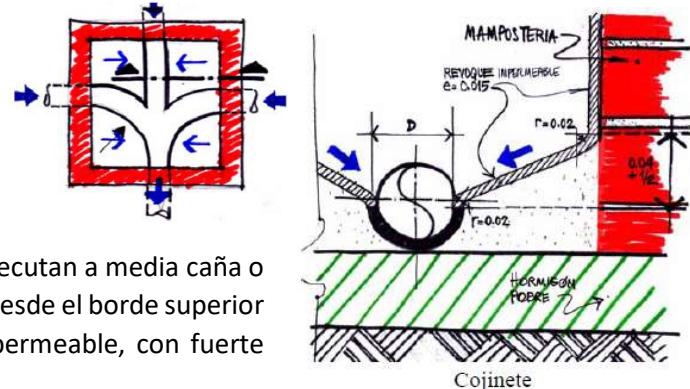
Cámara de Inspección (CI)

Se utilizan para permitir el acceso a la cañería primaria para su inspección, limpieza y desobstrucción, y permite que se produzca el encuentro de varias cañerías afluentes para descargar en una única cañería efluente.

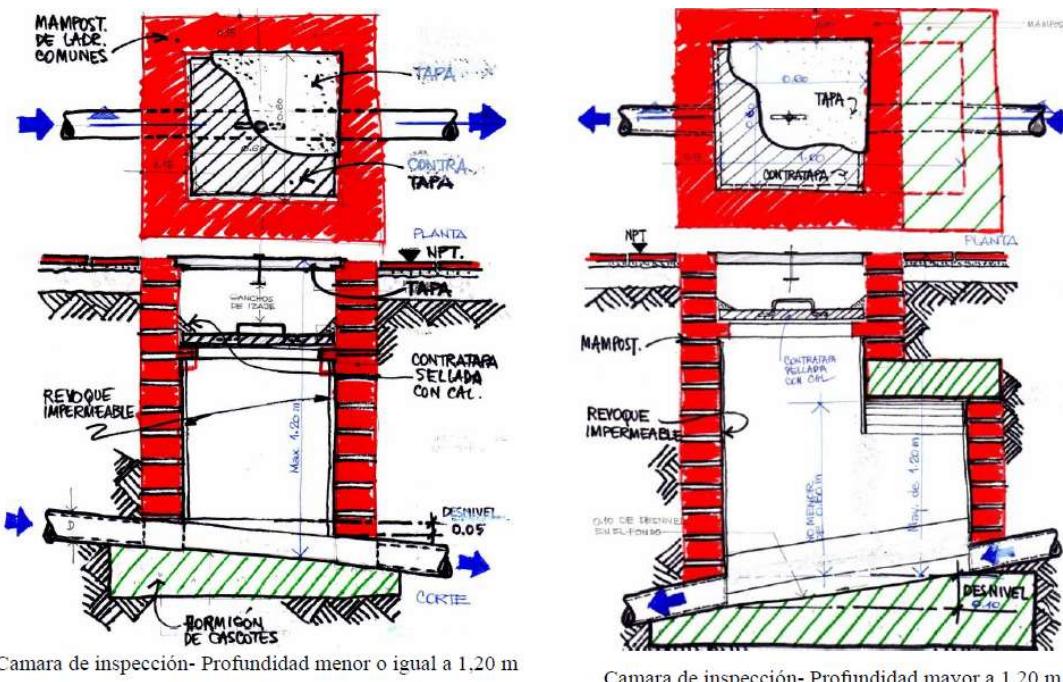
Profundidad mínima constructiva:

- 0.35m sin caño de ventilación
- 0.40m con caño de ventilación de Ø60
- 0.45m con caño de ventilación de Ø100

Fondo: prefabricado o de hormigón pobre revestido con mortero impermeable sanitario.



El escurrimiento se produce por cojinetes que se ejecutan a media caña o con un caño partido a la mitad longitudinalmente. Desde el borde superior se hace un contrapiso revestido con mortero impermeable, con fuerte pendiente (ascendente hacia las paredes)



Dimensiones:

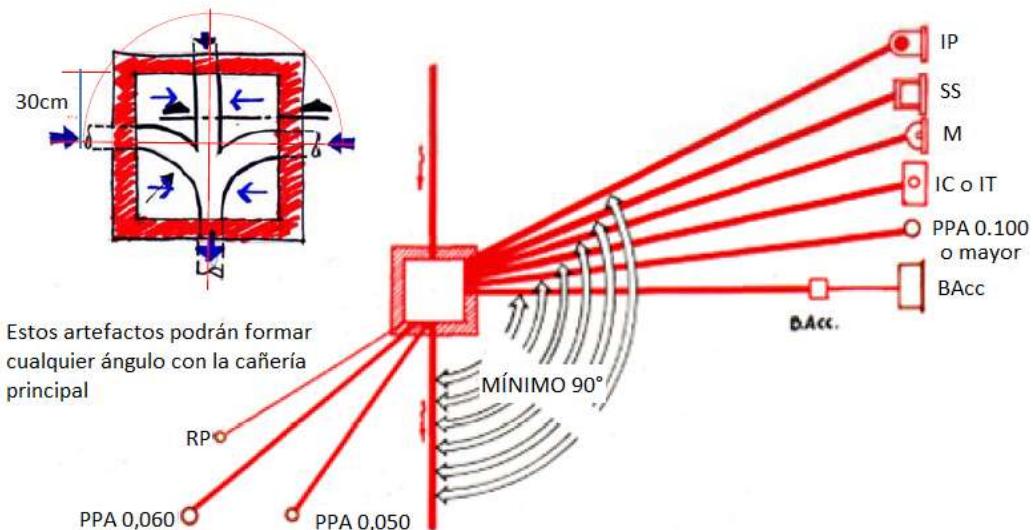
- En planta 0.60 x 060m si la profundidad es hasta 1.20m. Tienen un desnivel de 0.05m entre la cañería de entrada y la de salida
- En planta superficialmente 0.60 x 0.60m, pero se ensancha a 0.60 x 1.00m a los 80cm si la profundidad es mayor a 1.20m (para que pueda ingresar una persona). Tienen un desnivel de 0.1m entre la cañería de entrada y la de salida.

Pueden ser prefabricadas en anillos de hormigón o construidas in situ de hormigón armado o mampostería de ladrillos comunes. Las paredes deben ser lisas, por eso se revisten con revoque sanitario, evitando la formación de oquedades donde se puedan depositar elementos sólidos.

Poseen una contratapa (generalmente de hormigón) que garantiza un segundo cierre hermético, sellada con un material removible que depende del solado en el que se encuentra. Debe considerarse si van a estar expuestas al tránsito vehicular. El cierre hermético es obligatorio cuando están bajo nivel de acera y en zonas bajas respecto al nivel de máxima creciente.

Se ubican preferentemente en patios abiertos y lugares comunes. Antes de los 10m de la línea municipal, debe existir un acceso obligatorio. La CI permite desobstruir 15m aguas arriba y 15m aguas abajo.

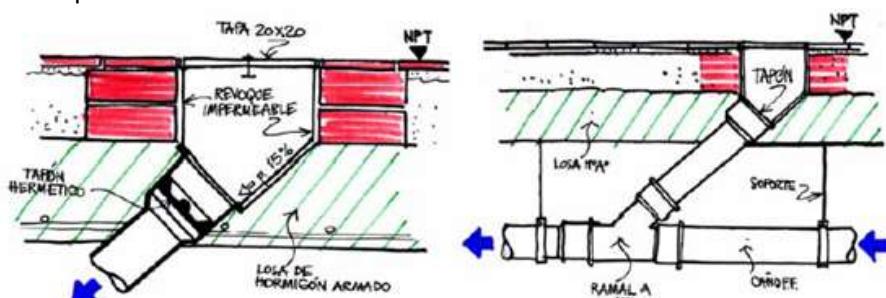
Ángulo mínimo de confluencia de cañerías a cámara de inspección:



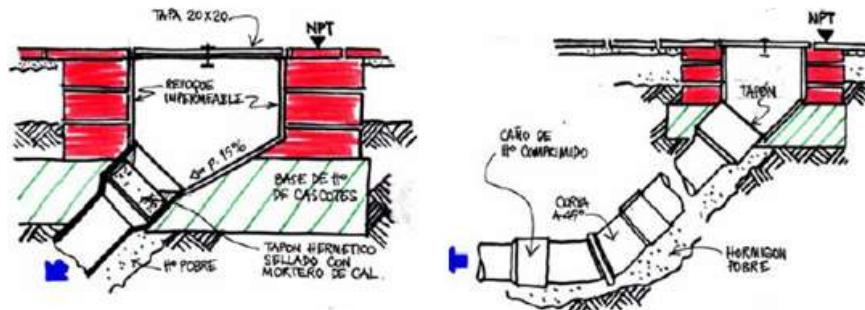
Boca de Inspección (BI)

Se instala en la cañería primaria para inspección, limpieza y desobstrucción. No puede recibir desagües ni servir como punto de ventilación.

La longitud máxima de limpieza es de 15m en el sentido de escorrimiento porque tiene un ramal a 45° o curva que se prolongan hasta el nivel del piso y terminan en una cámara de $0.20 \times 0.20\text{m}$ de mampostería (revestida con revoque en el caso de estar enterrada), PVC o PP (en pisos altos). Tiene una tapa hermética, no es necesaria una contratapa, pero sí un tapón hermético.



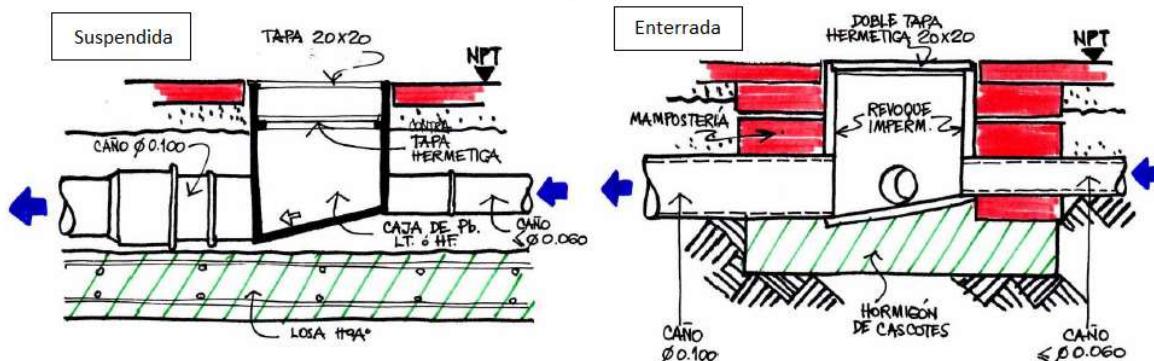
Boca de Inspección suspendida



Boca de Inspección enterrada

Boca de Acceso (BAcc)

Se instala para inspección, limpieza y desobstrucción y puede recibir ramales de desagües de todos los artefactos primarios que tengan máximo Ø60. La cañería de salida es Ø100. Miden 0.20x0.20m en planta y la profundidad máxima es de 0.35m. Tiene tapa y contratapa para cierre hermético. Si está enterrada puede ser de mampostería revestida con revoque sanitario y si está suspendida en Lt, PVC o PP.



Suele colocarse como acceso para descargas de piletas de cocina. Su ubicación preferente es patios, galerías cocinas, pero no puede colocarse en habitaciones.

Empalme de Acceso (EAcc)

Idéntico a la BAacc pero con cañería de salida de Ø60. Sólo se puede usar en plantas altas y permite como máximo la descarga de 1 pileta de cocina y 1 pileta de patio.

Sifón de Acceso a Pileta de Cocina

Garantiza el cierre hidráulico y permite acceder a la cañería. Se usa en la descarga de piletas de cocina a cañerías primarias.

Caño Cámara (CC)

Es un elemento con características de cañería, pero con una tapa que permite el acceso (tapa a rosca con aro de neopreno si es PVC o PP – tapa sellada con junta de neopreno si es HF)

Se coloca en forma vertical u horizontal. Permite desobstruir hasta 15m en el sentido de escurrimiento.

Ramal a 45° con tapa de inspección: Solo son de HF y cumplen las características del caño cámara.

Curva con tapa de inspección: Solo son de HF y tiene tapa abalonada. Se usan en la base de los CDV para desobstruir el tramo horizontal aguas abajo.

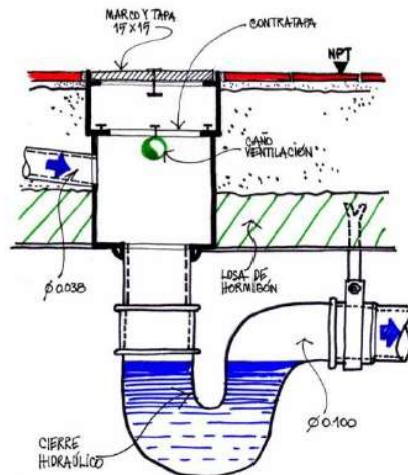
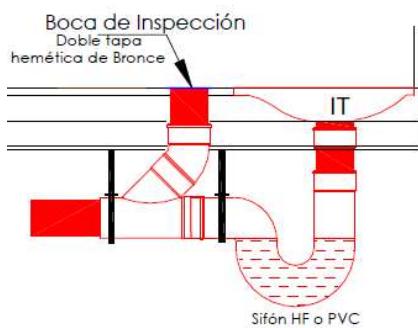
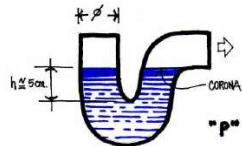
❖ CIERRES HIDRÁULICOS

Garantizan la hermeticidad, evitando que los gases pasen al ambiente. Para su eficacia, requieren un tirante hidráulico mínimo de 0.05m Según su uso:

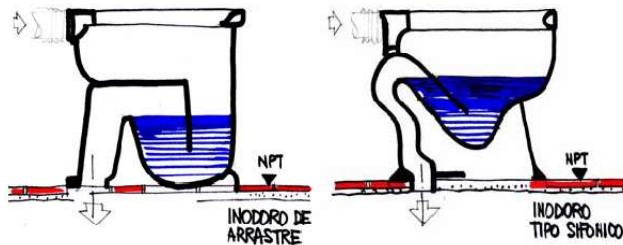
Sifones aislados:

Para descarga de inodoros comunes y a la turca. Según su forma: P, Q, S y Bouchan o desconector.

Como pileta de patio suspendida de HF o Pb.



Sifones incorporados a determinados artefactos (Inodoros o SS)



Artefactos propiamente dichos:

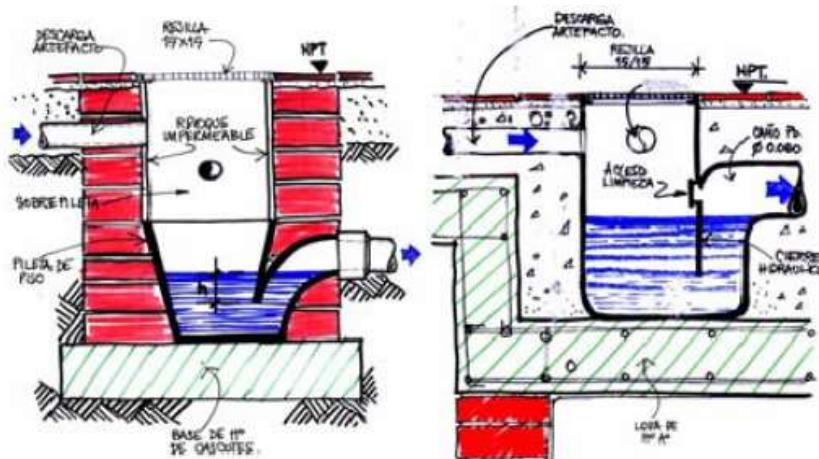
Son las Piletas de patio abiertas o tapadas (PPA-PPT) que unen el sistema secundario con el primario, evitando que los gases que circulan accedan a los locales. Tiene la pileta propiamente dicha y una sobrepileta que junta los desagües que llegan. Reciben solo desagües ubicados en la misma unidad de vivienda donde se instalan.

Las PPT deben ser ventiladas a los 4 vientos con una cañería de diámetro mínimo Ø60

Uso particular de PPA: en radio antiguo, como captador de aguas de lluvia en patios bajos.

Materiales:

- Ubicada en el suelo: la sobrepileta se hace de mampostería revestida con revoque impermeable cuando la pileta es de HF o de hormigón
- Enterrada: todo en PVC o PP
- Contrapiso de entrepiso: Pb, PVC, PP, Lt o HF y la sobrepileta se hace del mismo material (excepto que si es de HF la sobrepileta es de Pb)



- Cañería de descarga Ø60 cuando recibe desagües de artefactos de baño. Recibe máximo 3 series de piletas de lavar (acopladas de a 2) o de lavatorios (acoplados de a 3) y una serie de 6 mingitorios.

PPA Primarias si:

- Recibe descarga de mingitorios
- Se ubica en recinto de IC
- Recibe impulsión de pozo de bombeo primario (PPT Ø100)
- Se ubica en recinto de compactador de basura (PPA Ø100)

Desifonaje

Se requiere mantener el tirante hidráulico del sifón para que no haya riesgo de ingreso de gases de la cañería al ambiente. El “desifonaje” se puede dar por:

Falta de mantenimiento y/o uso de la instalación

- Evaporación debida al poco uso
- Pérdida por capilaridad si se pone un trapo o papel
- Pérdida por rotura del sifón si se limpia con un elemento grande.

Proyecto y ejecución fuera de norma.

- Por arrastre: cuando el diámetro a la salida es menor, el agua adquiere velocidad y se lleva el contenido del sifón.
- Por compresión o absorción del aire en la rama de salida.

❖ DESAGÜE POR BOMBEO

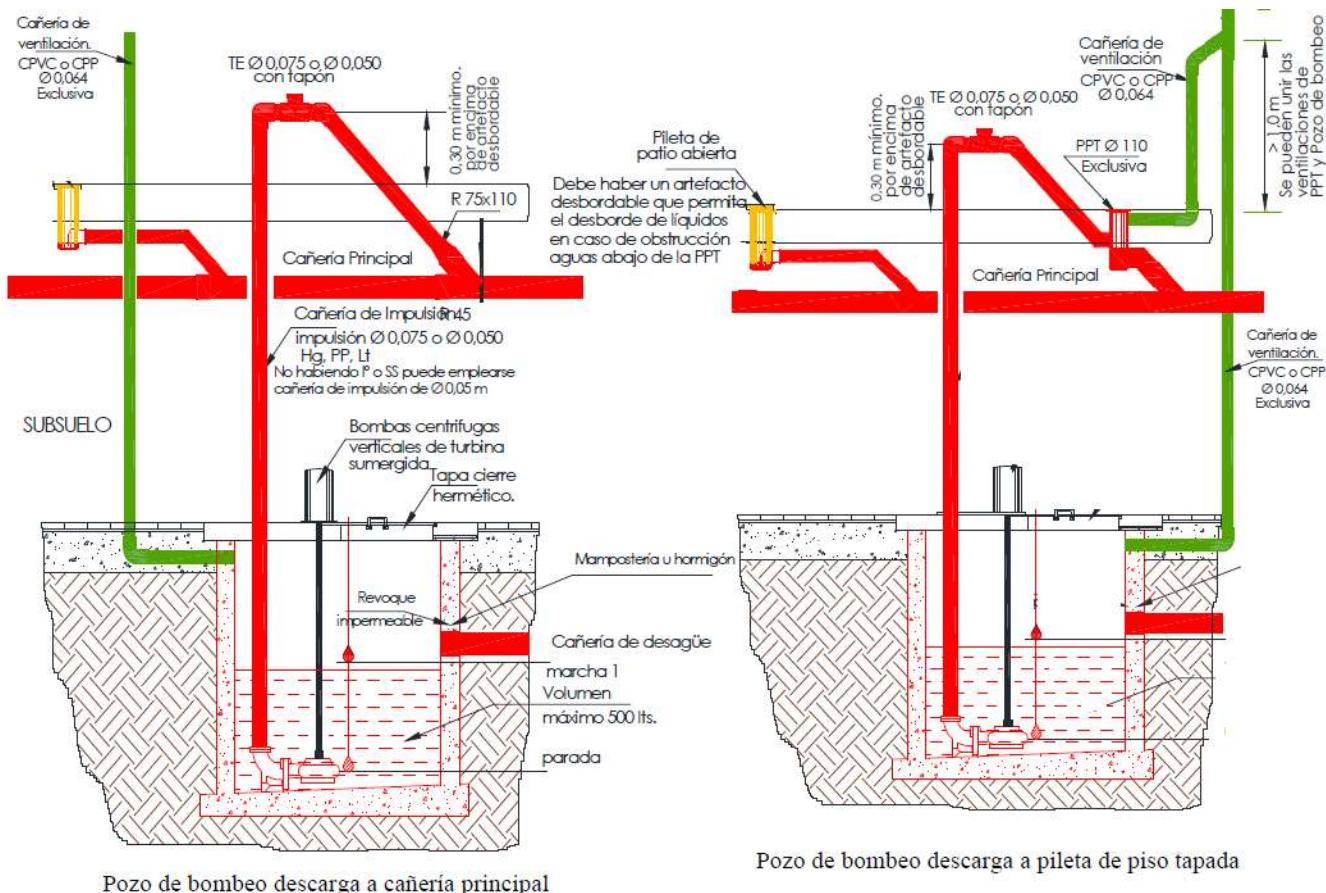
Artefactos bajo nivel de acera:

El desagüe de los núcleos sanitarios que queden bajo nivel de vereda se deben derivar hacia un pozo de bombeo de máximo 500lts para evitar la permanencia de aguas negras durante tiempo prolongado. Debe ubicarse en lugares comunes, alejado mínimo 0.80m del filo interior de la medianera. El pozo es de hormigón o mampostería, terminado con revoque impermeable alisado y evitando cantos vivos. Tiene una tapa resistente y un acceso de 50x50cm.

Se colocan 2 bombas centrífugas verticales que trabajan alternadamente. Con el accionar de un flotador regulable, conectado a un circuito eléctrico, los efluentes son elevados a la cañería principal o a una pileta de piso tapada especial, ubicada a nivel superior a la cañería principal. La cañería de impulsión debe prolongarse al menos 30cm sobre los artefactos con desborde influenciable por la impulsión a menos de 3m aguas arriba.

Diámetro mínimo de la cañería de impulsión: Ø75 si desaguan inodoros o SS - Ø50 en otro caso

Se complementa con un circuito de ventilación Ø60 para el tanque de bombeo de forma exclusiva. Si bombea a PPT se ventila con un caño Ø60 exclusivo o conectado al caño de ventilación del pozo mínimo a 1m por encima del piso.



❖ SISTEMA DE VENTILACIONES

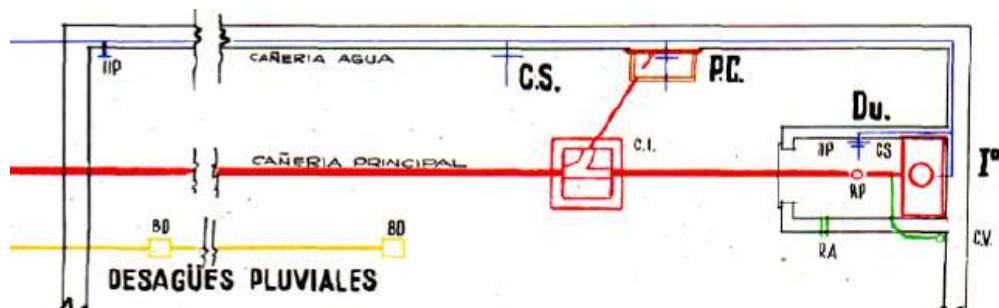
Las ventilaciones permiten:

- Airear las instalaciones, acelerando la oxidación y aumentando la degradación de la materia orgánica
- Circulación y escape de gases para garantizar un adecuado escurrimiento por gravedad, evitando posibles desifonajes y protegiendo a los artefactos.
- Expulsar los gases para que no queden acumulados en el interior del sistema

Reglas de ventilación: Sistema Americano

1) Mínimo 1 caño Ø100 de ventilación y todos los demás pueden ser Ø60 (En servicio mínimo, se puede ejecutar la ventilación en Ø60)

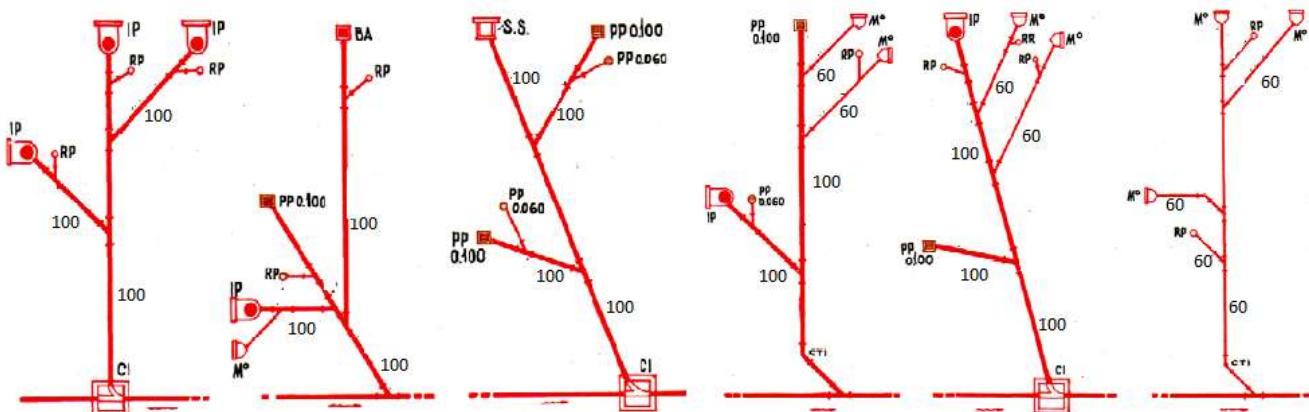
Servicio Mínimo: Se considera al núcleo sanitario compuesto de un inodoro pedestal con DAI, una pileta de cocina, una ducha, una pileta de lavar, con cañería de longitud máxima 15m y los desagües pluviales necesarios.



2) Todo ramal de cañería primaria se considera ventilado si la distancia desde el artefacto más alejado es menor a 10m (primarios) o 15m (segundarios). Si no se cumple, se debe verificar efectivamente el ramal.

3) Todo ramal de cañería primaria se considera ventilado si, además de cumplir con la segunda regla, no excede la máxima cantidad de ramales que concurren a él.

Máximo: 2 cañerías Ø100 de forma directa + 2 Ø60 de forma directa + 2 Ø60 de forma indirecta. (Se puede reemplazar 2 Ø60 por Ø100)



- Toda cámara de inspección debe quedar en circuito ventilado.

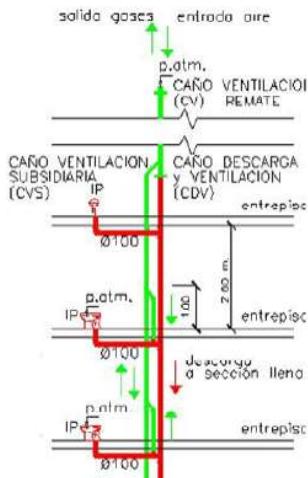
- Cañería de Descarga y Ventilación (CDV)

Recoge los desagües de los artefactos de los pisos altos y los conduce hasta la planta baja, empalmando con la cañería principal. Pone el sistema a presión atmosférica y evacúa los gases ya que se prolonga verticalmente hasta ventilar a los cuatro vientos.

- Cañería de Ventilación Subsidiaria (CVS)

Cuando la CDV tiene ramales en más de un piso alto, se debe proyectar otra cañería paralela que se conecta a los ramales de desagües de cada piso, con mínimo Ø50. Se debe extenderse por encima de la línea de desborde.

Al efectuar dos descargas en pisos distintos al mismo tiempo, se originan dos émbolos líquidos a distintas alturas y velocidades. Si el inferior viaja a mayor velocidad, succiona el aire contenido en el CDV y podría succionar la carga de los sifones intermedios entre los émbolos, pudiendo llegar a perder la carga hidráulica y haciendo que entren gases al recinto. Si el superior viaja a mayor velocidad, comprime el aire entre ambos, pudiendo provocar la expulsión de la carga hidráulica del sifón.



Tanto por desfonaje por succión como por expulsión, se debe colocar la cañería subsidiaria que permita el equilibrio hidráulico del sistema por medio de la interconexión de cada ramal de piso con el CDV. (En edificios hasta 10 pisos, el último puede no conectarse con subsidiaria)

- Remate de los caños de ventilación o CDV:

Se generan 2 cilindros ideales desde puertas, ventanas, terrazas, de radio 2m para ventilaciones secundarias y 4m para primarias. Hasta 0,3m sobre techo no accesible; 14m sobre techos accesibles para ventilaciones primarias o 10m sobre secundarias.

Las separaciones deben medirse desde el costado del caño. Las sobreelevaciones deben medirse partiendo de la abertura más baja del sombrerete hasta el plano más cercano a las aberturas u objetos influenciados (o desde la abertura superior cuando el caño esté por debajo del plano a medir)

❖ DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE DESAGÜES CLOACALES

Las normas dan diámetros mínimos, pero en instalaciones de envergadura, se deben verificar las cañerías y columnas de descarga muy solicitadas o de gran longitud.

- Caudales

No se sabe cuántos artefactos desaguarán en simultáneo, lo que hace que sea difícil determinar el caudal con precisión. 2 métodos:

1) Método reglamentario de N y G OSN:

Considera un funcionamiento simultáneo de la raíz del número total de artefactos. En unidades de vivienda, se considera cada conjunto de piletas de lavar y cocina como un único artefacto y no se consideran artefactos secundarios en recintos sanitarios. Se suma el caudal de la bomba seleccionada cuando haya pozo de bombeo.

Para cañerías principales, según el tipo de artefacto:

$$Q_t = \sqrt{n_1 \cdot q_d + n_2 \cdot q_b}$$

N1: número de artefactos con descarga por derrame

Qd: caudal unitario para artefactos con descarga por derrame = 0.13 l/s

N2: número de artefactos con descarga brusca (Inodoros, lavachatas)

Qb: caudal unitario para artefactos con descarga brusca = 0.60 l/s

2) Método de los Factores de Carga

Usa valores prácticos, valorando la importancia del desagüe de cada artefacto o grupo. El factor de carga de una cañería será la suma de los factores de los artefactos que concurren a la misma.

Artefacto	FC	Artefacto	FC
Baño completo con válvula de inodoro	8	Duchas en grupo, cada una	3
Inodoro con válvula	8	Duchas individuales	2
Baño completo con DAI	6	Piletas en general	3
Inodoro con DAI	4	Lavamanos	1
Mingitorio con depósito automático	4	Saliveras	1
Piletas combinadas	3	Bebederos	0.5

- Sección de la cañería principal

1) Método reglamentario de N y G OSN:

Las normas proveen tablas de caudales, pendientes y diámetros para distintas situaciones. (Para HF se deben reducir los caudales en 20%). Si hay algo no considerado en las tablas, se usa la expresión de Manning para conductos de sección circular, considerando la sección media llena.

$$V = \frac{1}{n} \cdot R_h^{2/3} \cdot \sqrt{i} \quad Q = V \cdot \pi \cdot \frac{d^2}{4}$$

($n \approx 0.011$ según el material)

2) Método de los Factores de Carga

Para cada diámetro de cañería, se dan tablas del factor de carga admisible según:

- Si es cañería principal, depende de la pendiente
- Si es ramal horizontal o si es columna de hasta 3 pisos o de más de 3 pisos.

- Sección del CDV

1) Método reglamentario de N y G OSN:

Solo se dan límites para la cantidad de inodoros que pueden llegar a una columna según si es IP por depósito o por válvula.

- CDV Ø100: hasta 50 IP con depósito y hasta 28 IP con válvula

- CDV Ø150: hasta 110 IP con depósito y hasta 58 IP con válvula

2) Método de los Factores de Carga

Aplica la tabla de factores de carga en columnas para distintos diámetros. Si se compara, es mucho menos conservador que el método reglamentario.

- Sección de la CVS

1) Método reglamentario de N y G OSN:

Solo da un mínimo de Ø50 independiente de la cantidad de artefactos o altura de la columna. Se considera que esto es porque cuando se hicieron los reglamentos los edificios tenían menor altura, por lo que la cañería de ventilación secundaria debe ser dimensionada y verificada al igual que la de descarga.

2) Método de los Factores de Carga

Para cada diámetro de la columna, se tiene de tabla un factor de carga máximo y longitud máxima en metros.

METODOLOGÍA DE CÁLCULO

Se tienen caudales de referencia para distintos artefactos.

$$Q_t = K \cdot \sqrt{\sum q_u}$$

Qt: caudal en el tramo de análisis

K: coeficiente de simultaneidad de acuerdo al uso de los artefactos

Qu: caudal unitario de artefactos de uso simultáneo

Uso irregular, viviendas, Oficinas	K=1
Uso frecuente, hospitales, hoteles, restaurantes	K=1,2
Uso intensivo, duchas en centros deportivos	K=1,4
Utilización especial, Laboratorios	K=1,6

Inodoros con depósitos de limpieza	0,90 lts/seg
Inodoros con limpieza por válvula automática	1,50 lts/seg
Mingitorio con limpieza por válvula automática	0,30 lts/seg
Duchas	0,50 lts/seg
Lavatorio,	0,75 lts/seg
Bidet, lavapies	0,50 lts/seg

bañera, pileta de lavar	1,50 lts/seg
Pileta de cocina	0,75 lts/seg
Máquina lavarropas	0,75 lts/seg
Urinario	1,00 lts/seg
Lavavajillas doméstico	0,75 lts/seg

Se adicionan los caudales producidos por bombeos o desagües continuos como por ejemplo el agua de condensado de equipos de refrigeración.

1) La capacidad de los tramos horizontales de cloaca debe verificar:

a) Velocidades límite de escurrimiento: pendientes en función del diámetro

b) Sección de escurrimiento debe estar parcialmente llena para permitir la circulación de gases. Se considera una relación h/d máxima de 0,7. Verificación mediante fórmula de Manning.

2) Se debe diseñar el CDV para transportar un caudal que ocupe entre 0.25 y 0.33 de la sección. El caudal máximo se determina de la expresión de Wyly-Eaton:

$$Q_{cdv} = 0.25 \cdot 10^{-3} \cdot \gamma^{-0.1667} \cdot r^{1.667} \cdot d^{2.667}$$

Qcdv: máximo a desaguar - γ: rugosidad absoluta en [mm] - R: nivel de llenado - D: diámetro

3) Longitud máxima de los CVS para evitar sobrepresiones en los cierres hidráulicos:

$$L_{max} = 2.799 \cdot 10^8 \cdot \frac{dvc^5}{Q_{cdv}^2} \cdot f$$

Dvs: diámetro - F: factor de fricción = 0,06

Se acepta un 20% de la longitud como desplazamiento horizontal.

INSTALACIONES DE DESAGÜES PLUVIALES

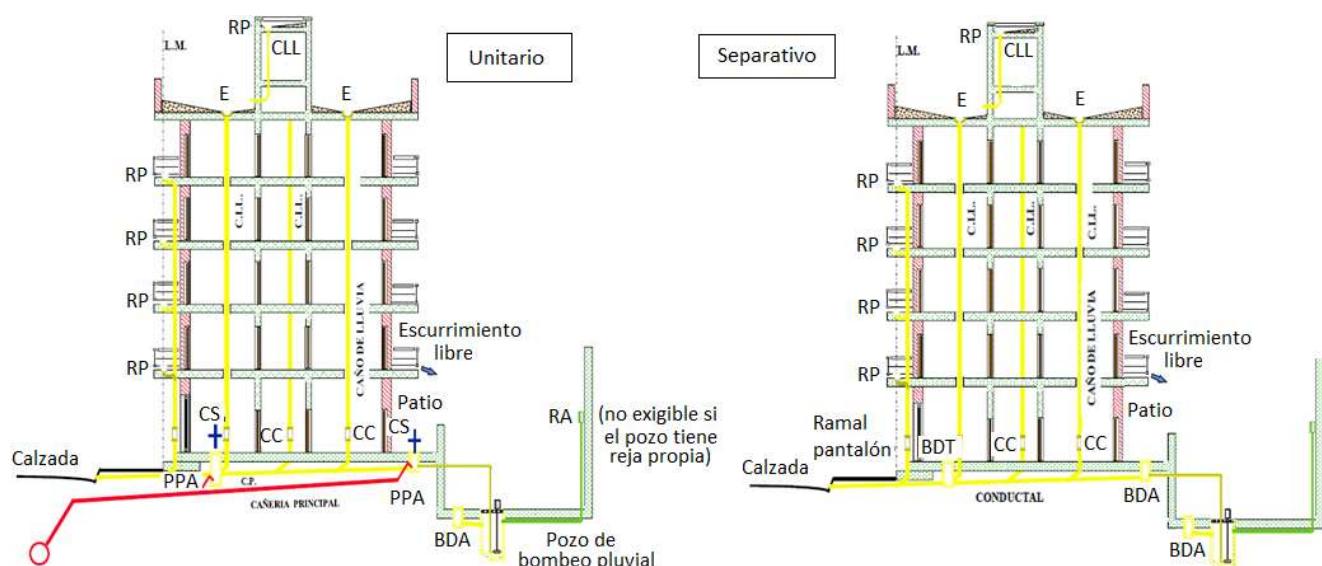
Es una instalación sanitaria de salubridad, cuyo fin es captar y evacuar las aguas de lluvias a la cañería cloacal domiciliaria (sistema unitario) o a la red de cañerías para aguas pluviales bajo calzada (sistema separativo).

- Sistema Unitario (Radio antiguo)

Las aguas de lluvia de planta baja, galerías abiertas y subsuelos pueden evadirse a cañería cloacal domiciliaria, mientras que los pisos altos, azoteas y ampliaciones se evadirán a calzada. Todas las aguas pueden evadirse a calzada con PPA Ø60.

- Sistema Separativo (Radio nuevo)

Las aguas de lluvia evadirán a calzada.



❖ COMPONENTES

❖ Superficies de Captación

Son superficies no transitables (salvo mantenimiento). Hay que considerar el efecto que producen en el agua recogida como por ejemplo el aporte de nutriente de los techos verdes o de hidrocarburos de los techos asfálticos o de iones metálicos de los tejados metálicos.

Pendientes orientativas:

Techos de chapa metálica:

- Con desagüe libre y en una sola pieza: 8% -11%
- Con solapes de no menos de 30 cm y desagüe en canaleta: 11% -25%

Techos de paja o palma 50% -80%

Cubiertas planas: 3% -5%

Techos de tejas:

- Coloniales : 35% -40%
- Francesas : 35% -45%
- Portuguesas : 45%
- Pizarra: 30%
- Tejas de madera 50% -70%

❖ **Elementos de captación:** Son los que derivan el agua hacia el sistema de conducción.

Canaleta: Recoge el agua generalmente en techos inclinados y la conduce hacia el caño de lluvia. Suelen ser de PVC o Zinc que se unen por ensamble y pegamento. Se dan valores orientativos de superficie máxima de desagüe [m^2] en función de las dimensiones de la canaleta y para una determinada lluvia [mm/h]. No deben instalarse sobre medianera por posibles rebalsos.

Aproximadamente: 10cmx10cm: 300m² – 15cmx15cm: 600m² – 15cmx30cm: 1800m²

Rejilla de Piso (RP): Recoge el agua en superficies de captación como pequeñas azoteas y balcones y la conduce hacia el caño de lluvia. Generalmente para < 10m² sin cañerías afluentes. Suelen ser de HF, PVC o PP y los diámetros de salida de Ø 40 o 60. Tienen una rejilla cuadrada de 10x10cm o 15x15cm en planta y una transición hacia la sección de conducción.

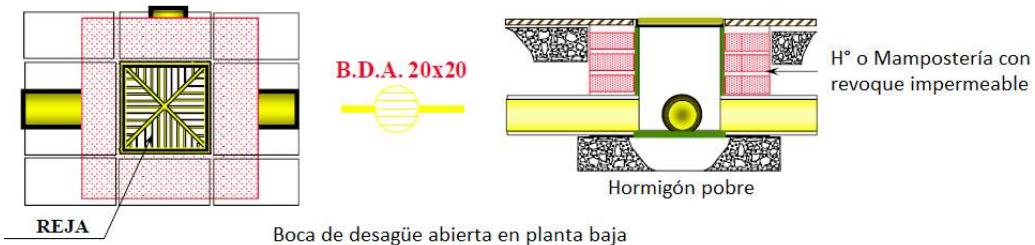


Embudo (E): Recoge el agua en azoteas, patios de plantas altas o plantas bajas suspendidas y la conduce hacia el caño de lluvia. Tienen una rejilla de sección cuadrada de 15x15 – 20x20 – 25x25 – 30x30 si son de HF o de 20x20 si son de PP o PVC. Tienen una transición interna y una cañería de conducción de Ø100 – 150. La rejilla puede ser plana o parabólica para evitar que los elementos obstructivos interrumpan la captación. Su descarga puede ser frontal, al centro o de costado.



Aproximadamente: 15cmx15cm: 30m² – 20cmx20cm: 80m² – 25cmx25cm: 130m² – 30cmx30cm: 150m²

Boca de Desagüe Abierta (BDA): Recoge el agua en azoteas y patios y la conduce hacia el caño de lluvia. Permite el desvío y unión de conductales pluviales. La dimensión mínima es de 20x20cm y depende del diámetro y la cantidad de cañerías que llegan a ella. Se hace de hormigón o mampostería cuando está enterrada y se revoca con material hidrófugo. Si se instala suspendida se hace de PVC, PP o Lt. Las dimensiones en planta se relacionan a la profundidad ya que debe permitir el acceso a los conductales para su mantenimiento. El lado menor debe ser 2/5 de la profundidad (mínimo 0,60m para profundidades mayores a 1,20m.). Se termina con una rejilla cuya dimensión dependerá de la superficie a desaguar.



Reja: Se utiliza para el desagüe de superficies importantes y para que las aguas de lluvia no accedan directamente a la vereda. Generalmente se colocan coincidentes con las salidas vehiculares descubiertas y descargan al cordón cuneta mediante cañería Ø100.

Pileta de patio abierta: En sistema unitario, recogen aguas de lluvia y descargan al sistema cloacal.

❖ Elementos de Conducción

Caños de Lluvia (CLL): Son las cañerías que conducen verticalmente el agua desde los elementos captadores de pisos altos hasta la planta baja.

Conductales: Canalizaciones que evacúan el agua proveniente de los CLL o elementos captadores de pisos bajos, hasta su disposición final, reservorio o fuera del predio, ya sea cordón-cuneta o conducto cloacal.

Se suelen utilizar cañerías de PVC, PP, HF o material vítreo.

❖ CONDUCCIÓN VERTICAL DEL AGUA DE LLUVIA

Hay tablas de diámetro de cañería según la superficie a desaguar y el tipo de superficie (pendiente), para una lluvia en [mm/h] orientativa. Generalmente: Ø 60 – 100 – 150 – 200

El desagüe de los caños de lluvia próximos a la línea de frente del predio se analiza considerando que la energía de caída del agua puede producir chorros que dificulten su evacuación en calzada y afecten la circulación peatonal. Por eso, cuando el CLL tiene más de 3m, las normas indican un recorrido horizontal menor a 4m hasta la línea de frente con 2 cañerías del mismo diámetro que el CLL. No hace falta esto si el recorrido horizontal es mayor a 4m y la altura del CLL no excede los 5m o solo recibe desagüe de balcones cubiertos.

No conviene que las cañerías estén embutidas en las paredes de medianera, pero en caso de ser necesario, se establece que los CLL Ø60 – 100 de materiales aprobados pueden embutirse en paredes de 45cm de espesor o mayores. Si el espesor es de 30cm, solo pueden embutirse hasta 5cm. Otros casos no se aceptan.

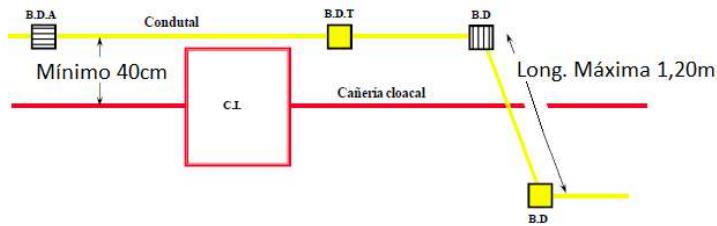
Los caños de lluvia ventilan naturalmente por los elementos captadores, pero se podrían ventilar de forma adicional si se quisiera aumentar la capacidad de desagüe para evitar el ahogo y turbulencias.

❖ CONDUCCIÓN HORIZONTAL DEL AGUA DE LLUVIA

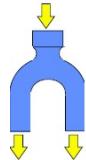
De tabla, se tiene la superficie máxima de desagüe para conductales con pendientes entre 1:100 y 1:1000 (calculados a sección llena) según el diámetro y el material.

Los tramos entre la línea municipal y el cordón no pueden tener un diámetro mayor a Ø100 porque sería difícil ejecutar la vereda y podrían ser más altos que el cordón. Se pueden colocar más de un caño de ser necesario con un RP.

La separación mínima entre conductales y la cañería principal cloacal es para evitar la posible contaminación en caso de pérdidas y para poder acceder en caso de reparaciones.



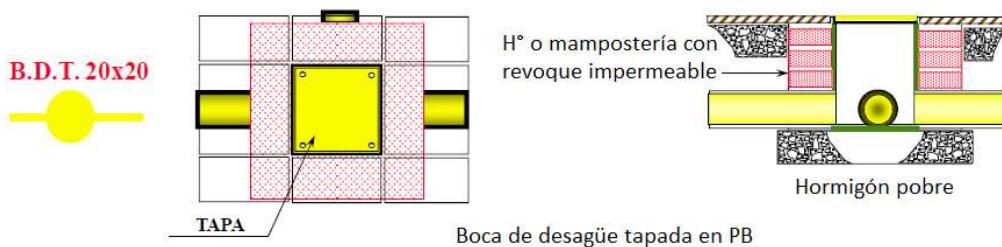
❖ ELEMENTOS REDUCTORES DE ENERGÍA Y DE UNIÓN DE CONDUCTALES



Codo o Curva

Ramal Pantalón (RP): puede ser reemplazado por una BDT. Son de HF. Dividen una cañería en dos de Ø100 para casos próximos a la línea municipal, para reducir la energía de descarga.

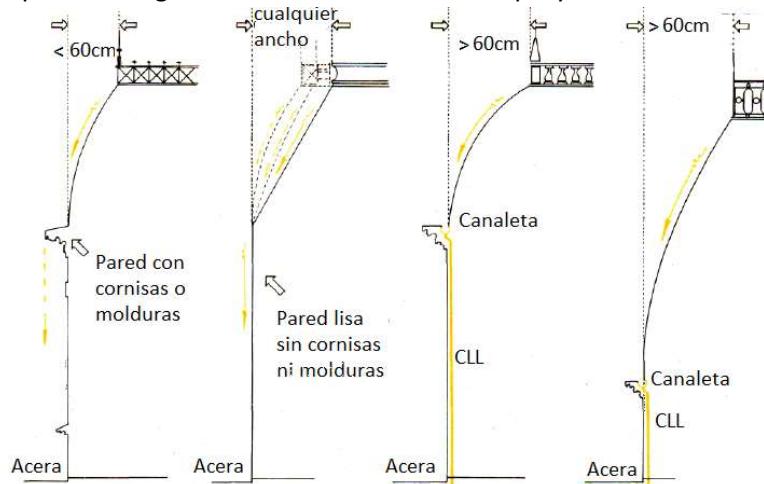
Boca de desagüe tapada (BDT): permite el desvío y unión de conductales y el acceso para mantenimiento. Son de Lt o PVC.



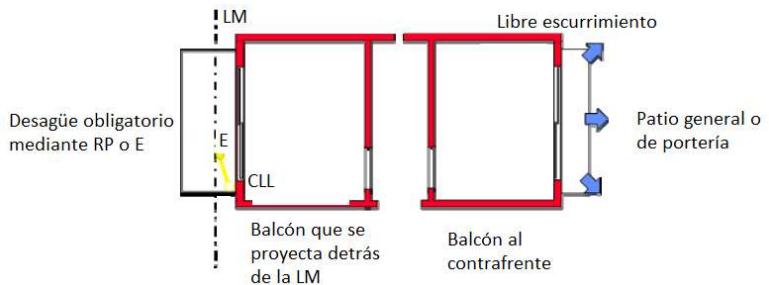
El uso de BDT es obligatorio cuando el CLL esté a menos de 4m de la LM y su altura sea mayor a 30m.

❖ DESAGÜE DE SUPERFICIES

- **Mansardas**: se debe disponer desagüe cuando excedan 60cm en proyección horizontal.



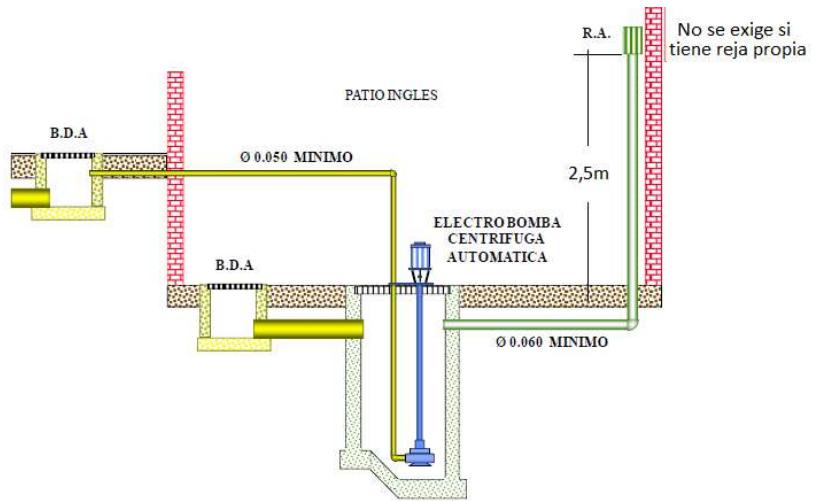
- **Balcones**: pueden no tener desagüe cuando el escurrimiento sea libre hacia patios generales (se considera escurrimiento libre cuando es por lo menos por el 50% del perímetro total). Es obligatorio el desagüe con RP o E cuando pasan la línea municipal.



- Superficies bajo nivel de cordón cuneta:

Debe concurrir a un pozo impermeable de bombeo pluvial, cuya capacidad debe dimensionarse según los caudales asociados a la precipitación y la superficie a desaguar. Máximo 1000lts y se estiman 30lts/m². Diámetro mínimo Ø50. Si no tiene reja propia, se debe poner una reja de aspiración. Bombeo a mano hasta 20m² con acuerdo del propietario o automático.

Mínimo a 1m de la pared medianera y el equipo de bombeo a mínimo 80cm de la misma. Ubicado en lugar común y de fácil acceso para su mantenimiento.



❖ PAUTAS BÁSICAS DE PROYECTO

Consideraciones:

- Cuanto más lisa y mayor pendiente tiene una superficie, mayor es la velocidad de escurrimiento.
- El terreno natural absorbe agua hasta saturarse
- Los elementos captadores de agua conviene alejarlos unos 60cm de la medianera, por razones constructivas
- Trazado lo más directo posible. Se admiten ángulos a 45° (90° solo para superficies menores a 12m²)
- Se suele adoptar pendiente mínima 1:100 porque menores son difíciles de construir.
- La acometida a la calzada no debe tener interferencias, debe tener ángulos suaves para evitar turbulencias y el ángulo con el cordón puede ser máximo 90° pero conviene acompañar el flujo.
- En zonas urbanas, se considera todo terreno no absorbente, previendo impermeabilidad a futuro.
- Conviene proyectar CLL independientes para techos de los de balcones, por posibles obstrucciones que inundarían los balcones por encima.
- Sólo caños Ø100 después de la LM
- Conviene desaguar por separado los balcones del 1º y 2º piso, para que no haya posibilidad de que resurja agua por sus embudos en casos de grandes lluvias o si se tapa un caño de lluvia.

En el trabajo práctico, se consideró la mitad de las áreas de desagüe para el cálculo, debido al aumento en la intensidad de precipitación respecto a los valores orientativos de norma.

❖ RECUPERACIÓN DE AGUAS DE LLUVIA

Las aguas pluviales recogidas, filtradas y almacenadas de forma adecuada son una fuente alternativa de agua de buena calidad que puede sustituir a la potable en ciertas aplicaciones, permitiendo un ahorro del recurso. En CABA rige la “Ley de Aguas Recuperadas” que tiende a lograr un uso racional del agua en usos que no requieran una pureza apta para consumo humano (reservas para incendio, riego, limpieza de pisos) y así demorar el ingreso de un importante volumen de agua en sistemas de drenaje urbanos, reduciendo la posibilidad de inundación.

- Se requiere en edificios de propiedad horizontal o multi-familiar de más de 4 pisos y superficie mayor a 200m² cubiertos.
- La recolección será dese un plano mínimo a 2.60m respecto al nivel de acceso al inmueble.

Conductales: conducen el agua hacia los filtros

Filtros: previo a la entrada del reservorio, para evitar la entrada de suciedad a las cañerías.

- Para la instalación en caños de lluvia
- Para la instalación en reservorios enterrados o superficiales
- Con expulsión de suciedad o autolimpiantes
- Con acumulación de suciedad.

Reservorios: Deben ubicarse en el predio.

Tanques de reserva exclusivos, ubicados en planta baja, protegidos de radiación solar y altas temperaturas; los materiales no deben alterar la calidad de agua. Se debe colocar tapa de inspección, entrada anti-turbulencia, salida a un rebosadero, filtros interiores, un sistema de desinfección, un sistema de ventilación y purga, un verificador del nivel de agua.

Si se debe garantizar el suministro de agua durante todo el año, se deberá conectar el reservorio a la conexión domiciliaria de agua potable, con un regulador para los casos que el nivel pluvial no sea suficiente.

Se requiere un sistema de bombeo hacia las bocas de suministro o será por gravedad cuando el reservorio se encuentre a un nivel superior al que abastece. Se requiere un equipo de bombeo auto-aspirante en caso de que el reservorio esté en un nivel inferior al del sistema de elevación.

DIMENSIONAMIENTO DE RESERVORIOS Y DEL SISTEMA HIDRÁULICO

QR: caudal a retener (l/s): Depende de la superficie de captación de agua pluvial (S) , la precipitación media anual de la zona (P).

$$Q_R = \frac{S \cdot P \cdot e}{3600}$$

E: coeficiente de escorrentía. 1 para cubierta impermeable; E < 1 para terrenos absorbentes. No conviene considerar el césped para el dimensionamiento porque en lluvias intensas se satura y se convierte en impermeable.

Vdo: volumen óptimo de depósito por año:

$$V_{DO} = \frac{N \cdot E}{365}$$

N: necesidad de agua no potable – E: período entre lluvias (días/año)

Si $Q_r > N$, entonces N es el valor de cálculo. De lo contrario, se descarta algún uso.

Se debe evaluar la superficie total a desaguar para diversas situaciones de viento ya que varía el área a considerar según si no hay viento o la inclinación tiende a ser de 45° . Se deben utilizar los valores de precipitación media mensual dada por estadísticas para la ciudad de análisis.

Del nuevo código de edificación, la capacidad del tanque de reserva se calcula como 500 litros para los primeros $200m^2$ asociados a vereda, jardines y patios en planta baja. A partir de dicho valor, se incrementa en 3,33 litros por cada m^2 adicional. Se deben instalar dos bombas en paralelo, de uso alternativo.

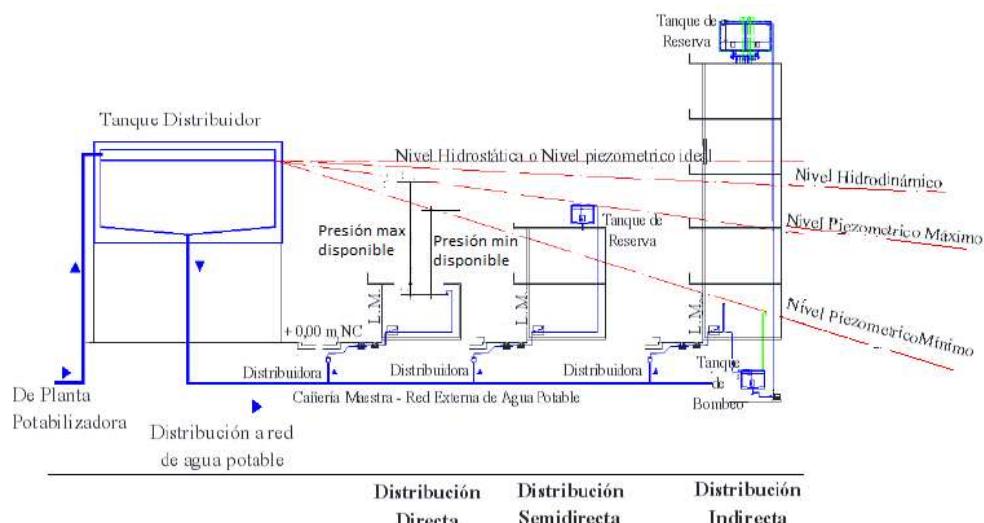
El sistema debe poseer una alimentación de la red de agua potable que permita el abastecimiento en casos de períodos prolongados sin lluvia. Este sistema tendrá una válvula de retención y un sistema de flotante que regule el llenado. El tanque tendrá un desborde para considerar una época de lluvia prolongada.

El tanque y todos los grifos asociados al uso del agua de recuperación tendrán carteles de “Agua no apta para consumo humano” y las rejillas pluviales que integran el sistema tendrán un cartel que diga “Rejilla exclusiva del sistema de recolección de aguas de lluvia, no volcar ningún otro líquido”.

INSTALACIONES DE PROVISIÓN DE AGUA SANITARIA: AGUA FRÍA

Son instalaciones de salubridad, cuyo objetivo es suministrar agua potable a las viviendas, siendo aquella la que puede ser consumida sin restricción para beber o preparar alimentos, debido a que cumple con parámetros de calidad dados por la OMS.

En zonas urbanas, el suministro se realiza a través de cañerías maestras que proveen agua a los tanques distribuidores, a partir de los cuales se tienen cañerías de distribución que se conectan con los edificios de vivienda. La red externa cuenta con válvulas de desagüe y limpieza, válvulas de incendio y válvulas esclusas.



El suministro de agua fría se produce por gravedad desde los tanques. En el recorrido, hay pérdidas por fricción y localizadas (cambios de sección o dirección, válvulas y llaves). En función de la ubicación de los artefactos respecto de los niveles piezométricos asociados al tanque, se tienen 3 tipos de alimentación:

- **Alimentación Directa:** La altura de los artefactos a alimentar está siempre por debajo de la piezométrica mínima. Alcanza con la presión de la red para garantizar la provisión, para cualquier nivel del tanque.

- **Alimentación directa a tanque de reserva o Semi-indirecta:** Algunos artefactos a suministrar se encuentran por encima de la piezométrica mínima, pero todos los artefactos se encuentran por debajo de la piezométrica máxima. En este caso, para asegurar la alimentación de todos los artefactos, se debe disponer un tanque de reserva que se abastecerá en forma directa durante las horas de menor consumo y tendrá una capacidad tal que asegure el servicio durante las horas de mayor consumo.

- **Alimentación Indirecta:** La altura de algunos de los artefactos es superior a la línea piezométrica máxima. En este caso, debe disponerse un sistema de alimentación por gravedad o presurización propio, mediante tanque de bombeo y tanque de reserva

❖ CONEXIÓN DOMICILIARIA DE AGUA

ESPACIO PÚBLICO

Conexión a la cañería distribuidora

Llave maestra

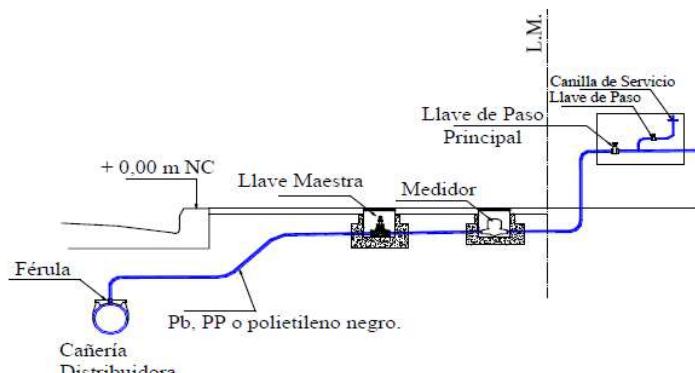
Medidor (si lo requiere el servicio)

DENTRO DEL PREDIO

Llave de paso principal (de corte)

Canilla de servicio

Ruptor de vacío (si lo requiere el servicio)



La **conexión a la cañería distribuidora** tiene una férula de bronce o plástico que actúa como válvula de retención y de allí se deriva la tubería de alimentación que une la férula con la llave maestra, que se ubica en la vereda y es accionada por el prestador del servicio.

La **llave maestra** es un accesorio de bronce o plástico, con un ensanchamiento en donde hay una válvula a diafragma suelto. Este diafragma se eleva cuando la presión exterior actúa sobre él, permitiendo el ingreso de agua, pero si hubiera una reducción de la presión en la red externa, cerraría el paso a modo de válvula de retención. Esto es para evitar la contaminación del agua de la red distribuidora.

La **llave de paso principal** se recomienda colocar a menos de 1m de la línea municipal, con fácil acceso y a 40cm sobre el nivel de piso, empotrada en un muro dentro de un nicho, con el vástagos siempre vertical. Está prohibido enterrarla. También se requieren en puntos donde cambia el propietario en las distintas unidades de un edificio.

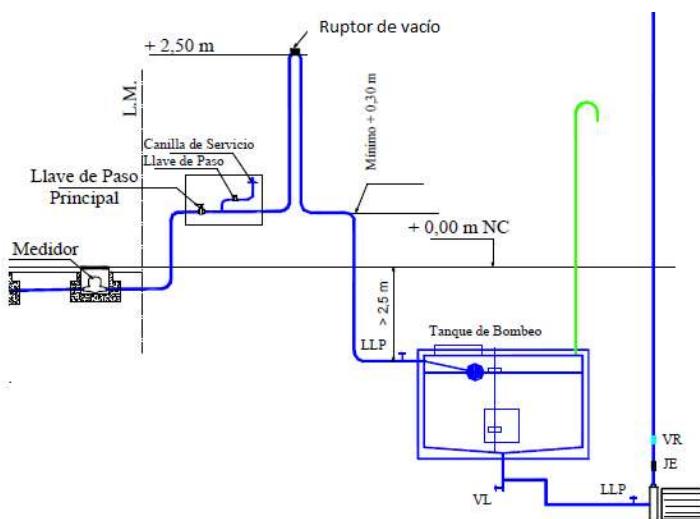
3 tipos:

- A válvula suelta: permiten circulación en un solo sentido, por lo que cumple la función de válvula de retención. Cierre lento.
- A válvula esclusa: tiene un volante para dirigir el flujo en ambos sentidos con una compuerta. Tiene menor caída de presión que la de válvula suelta. Cierre lento.
- Esférica: tiene un volante que con $\frac{1}{4}$ de vuelta mueve una semi-esfera para permitir el paso de agua o cerrarlo. Cierre rápido, tener cuidado con golpe de ariete ante cierre brusco.

Por norma, la conexión de agua corriente es exclusiva para el servicio de bombeo, con la tolerancia de derivar una **canilla de servicio** para el lavado de vereda.

El **ruptor de vacío** es de colocación obligatoria cuando la conexión sea de diámetro Ø32 o mayor, con un tanque ubicado a menos de 2,50m del nivel de acera. El puente y válvula de aire en ese caso deberán estar a 2,50m sobre el nivel de acera.

Su función se asocia a que se pueda abastecer a viviendas de baja altura que puedan tener un abastecimiento directo, debiendo vencer la columna de agua del ruptor para poder abastecer al tanque de los edificios más altos.



❖ MATERIALES Y ACCESORIOS

De acuerdo a la función de la instalación de agua, los materiales deben ser aptos para la circulación de agua potable fría y caliente, no degradables ni contaminantes y acordes a las normas de fabricación y ensayos de calidad. Tendrán una vida útil acorde al ciclo de vida del edificio y soportarán las presiones de funcionamiento. Deben tener costos aceptables, protecciones mecánicas y de corrosión (Rayos UV), una dilatación compatible y aislación térmica acorde.

- **Polipropileno (PP):** alta resistencia. Diámetros Ø 20-25-32-40-50-63-75-90-110mm. Unión por termofusión o por roscado y sellado. No apto para exposición a la intemperie ya que requieren protección con pintura acorde o cintas especiales.
- **Polietileno de alta densidad (PeAD):** Se unen por termofusión.
- **Polietileno reticulado (PER):** Ø 16 a 63mm. No deben exponerse a la intemperie porque se deterioran.
- **Latón (Lt):** Ø 13 a 100mm. La unión entre piezas es por soldadura capilar.
- **Bronce (Bc):** Se une por roscado y sellado con pasta
- **Acero inoxidable (AINOX):** Se pueden unir por compresión diametral, rosca o soldadura.
- **Plomo (Pb):** Contaminante, no recomendado. Su unión es por soldadura a nudo.
- **Hierro galvanizado (HG):** No recomendado porque se producen incrustaciones obstructivas.

❖ ALIMENTACIÓN INDIRECTA: TANQUES DE ABASTECIMIENTO

TANQUE DE RESERVA: Recipiente que contiene el volumen de agua que se acumula en la parte superior de un edificio y a través del cual, mediante un conector, se derivan las bajadas de agua a las distintas plantas. Su alimentación es regulada por un flotante (mecánico si la alimentación es directa; eléctrico si hay que regular niveles inferior y superior)

TANQUE DE BOMBEO: Recipiente que contiene el volumen de agua que se acumula en la parte inferior de un edificio y del cual se deriva la cañería de succión del equipo de bombeo. Debe instalarse un flotante mecánico para regular la alimentación desde la conexión domiciliaria y un flotante automático que avise el nivel inferior para proteger los equipos de bombeo (que las bombas no funcionen a menos que haya un determinado nivel, a pesar de que el tanque de reserva lo requiera)

MATERIALES: No deben alterar la potabilidad del agua almacenada

- Acero inoxidable – Plásticos – Fibro-cemento – Hormigón – Hormigón armado

Los de bajo peso propio deben anclarse para evitar su caída o volcadura por efecto del viento. Los más pesados suelen ser para volúmenes importantes y en función del espacio disponible. Los de hormigón deben tener en el interior un revoque impermeable alisado.

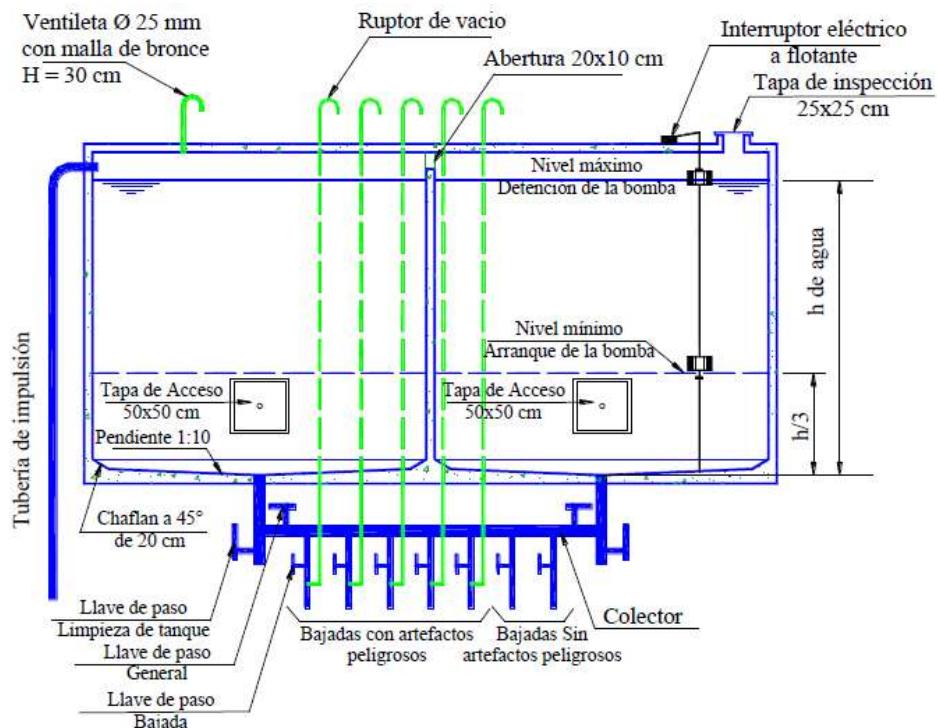
Exigencias normativas:

Está prohibido enterrar los tanques y deben poder recorrerse, de lo posible, en toda su extensión:

- Tanque de bombeo: separado mínimo 50cm del filo interior de medianeras o paredes que den a terraplén. Se tolera arrimarlo a la pared que no dé a terraplén.
- Tanque de reserva: separado mínimo 60cm del eje de medianera y mínimo 50cm del tanque de incendio.

Fondo con pendiente mínima 1:10 hacia el desagüe; tapa hermética sumergida en el tercio inferior si tiene más de 1000lts; tapa de inspección en la cubierta de 25x25cm a menos de 15cm del flotante para mantenimiento del mismo; plataforma de maniobra; caño de ventilación mínimo Ø25, curvado y sobre-elevado 2.5m del piso frecuentable, a mínimo 30cm del borde superior del tanque y con una fina malla de bronce para que no ingresen elementos; tanque sin desborde; válvula de limpieza esclusa o $\frac{1}{2}$ vuelta, de diámetro según la capacidad del tanque.

Tanques divididos en secciones iguales para capacidades mayores a 4000lts, con válvulas de limpieza y tapas de acceso independientes, para poder dejar uno fuera de servicio en caso de mantenimiento, sin afectar la provisión de agua al edificio.



Ruptor de Vacío

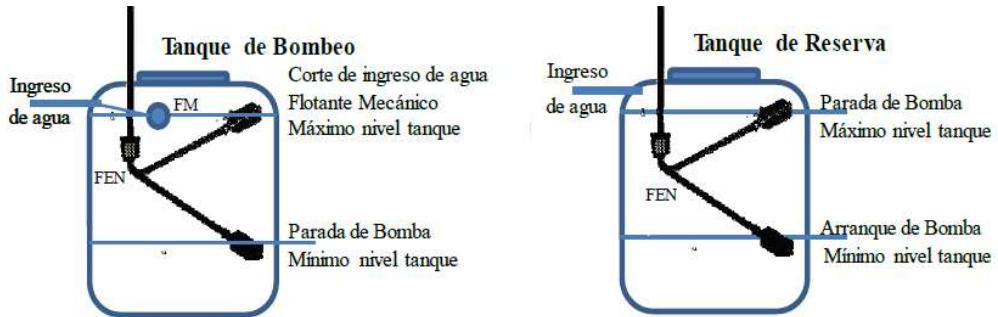
Es una tubería de ventilación que se adiciona a las bajadas que alimentan artefactos peligrosos, que tienen el surtidor de agua en la parte inferior y por los que podría haber un desifonaje y contaminación de la provisión de agua (bidets; salivaderas). Se coloca inmediatamente después de la llave de paso en la bajada correspondiente y debe superar el nivel de agua del tanque de reserva para poder reestablecer la presión atmosférica.

Diámetro menor en 1, 2 o 3 rangos de la bajada a la que se conecta según si corresponde a una bajada de 45m – entre 15 y 45m o menor a 15m. Entre Ø 9 y 50.

FLOTANTES

MECÁNICO (FM): Cuando la alimentación es directa, regula el nivel del pelo de agua, cerrando la entrada cuando se alcanza el máximo.

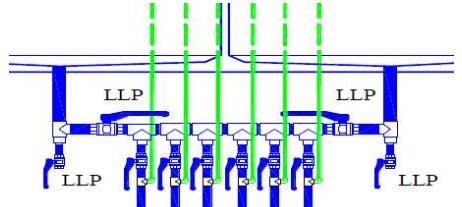
ELÉCTRICO (FE): Para alimentación por equipo de bombeo, es un elemento que corta el aporte de agua o permite el inicio de llenado de forma automática. Puede ser a varilla o de nivel (FEN).



COLECTORES

Es una cañería de la cual se derivan las bajadas a los núcleos sanitarios mediante una serie de llaves de paso. Pueden ser de polipropileno, latón o acero inoxidable. Permite independizar las dos cubas en los tanques mayores a 4000lts para limpieza, pero los conecta hidráulicamente. El puente de empalme tiene dos llaves "de sectorización" para vaciado y mantenimiento.

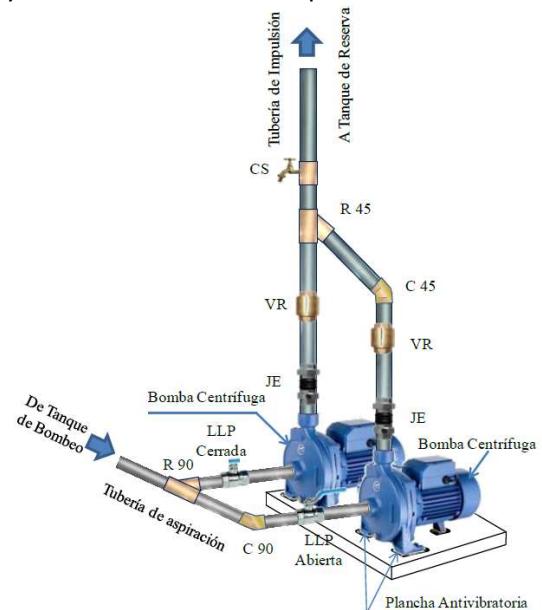
El colector del tanque de bombeo alimenta al sistema de impulsión y tiene una válvula de limpieza.



SISTEMA DE IMPULSIÓN

Tubería de Aspiración: (PP, Bronce, Lt) Abastece a las bombas desde el tanque de bombeo.

Sistema de Bombeo: Se utilizan al menos 2 bombas centrífugas, de uso alternado: una en reserva y otra en servicio (uso manual o automático) para preservación y mantenimiento. Proporciona un caudal constante y se regula fácilmente sin producir daños al motor. La velocidad del rotor, compuesto por una serie de alabes, someten al líquido a un rápido movimiento y lo transforman en presión para lograr el desplazamiento y elevación del agua.



Selección de bomba:

Datos requeridos: Altura a impulsar – Altura de succión – Caudal a erogar por la bomba – Material y diámetro de la tubería y accesorios que componen el sistema de impulsión – Ubicación y mantenimiento.

Para maximizar la eficiencia, se selecciona un tipo de bomba en función de las alturas y el caudal diseñados y se definen las pérdidas por rozamiento y localizadas que debe vencer. Se tienen datos de los fabricantes y las curvas H-Q de diseño.

Tubería de impulsión: (PP, Lt) Tubería que posee a la salida tantas ramas como bombas tenga el sistema. Diámetro mínimo el de la conexión, pero normalmente el siguiente diámetro. Cada rama tiene una válvula de retención (VR) de bronce, que evita que la columna líquida afecte a la bomba o que el agua de una rama se introduzca en la otra. Cada rama tiene también una junta elástica (JE) o amortiguador de vibración para que no se propaguen cuando corta la bomba y amortigüe el golpe de ariete, evitando deterioros y ruidos.

❖ PROVISIÓN DE AGUA FRÍA SANITARIA

Requiere mantener un caudal de agua a presión adecuada, sin producir ruidos molestos que afecten la permanencia dentro de los distintos locales. Esto se logra respetando las presiones hidrostáticas mínimas y máximas, así como también considerando las presiones sugeridas por el fabricante de griferías.

Presión hidrostática mínima sobre artefactos y griferías:

La carga siempre se mide al fondo del tanque o al nivel de llamada automática (el tercio bajo)

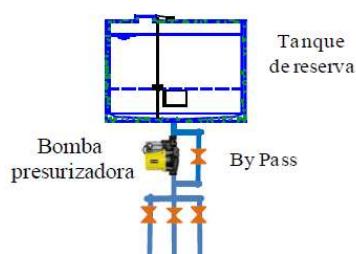
- Bajadas en columnas: 4m (son las que surten a más de una unidad y se derivan de una cañería que corre a lo largo de una azotea)
- Bajada a un solo artefacto o recinto con artefactos: 0,50m
- Bajadas a calentadores de gas: 4m o se le da una bajada independiente al calentador de Ø19 y al menos 2m de carga (o no se puede instalar el calentador)
- Bajadas mixtas: mínima 4m.
- Bajada única último piso: entre 2 y 4m.
- Bajada a artefactos de una misma unidad locativa y en una misma planta, pero en distintos ambientes: 2m o proyectar bajadas independientes.
- Bajada de Ø50 o mayor: mínimo 2,50m
- Bajada a válvulas: *Diámetro de la bajada: 0,025 m. 0,032 m. 0,038 m. 0,050 m.*
 Carga mínima 5,50 m. 3,50 m. 2,50 m. 2,50 m.
- Canilla de servicio en azotea, terraza o que sea de uso poco frecuente, no se consideran cargas mínimas.

Presión hidrostática máxima sobre artefactos y griferías:

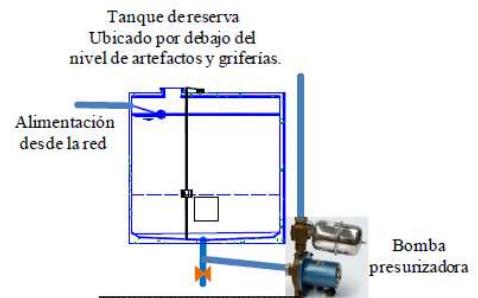
- Desde el fondo del tanque de reserva hasta el extremo más bajo de la bajada: 45m

Falta de presión hidrostática

Cuando no se tiene la altura suficiente para el buen funcionamiento de artefactos y griferías, se puede aumentar la presión en las bajadas afectadas con un sistema de presurización. La bomba se acciona automáticamente al abrir o cerrar cualquier grifería. 2 variantes:



- Si se coloca la bomba bajo el tanque de reserva, pero por encima de los artefactos a alimentar: detecta la circulación de agua para hacer arrancar la bomba y apaga cuando no hay.



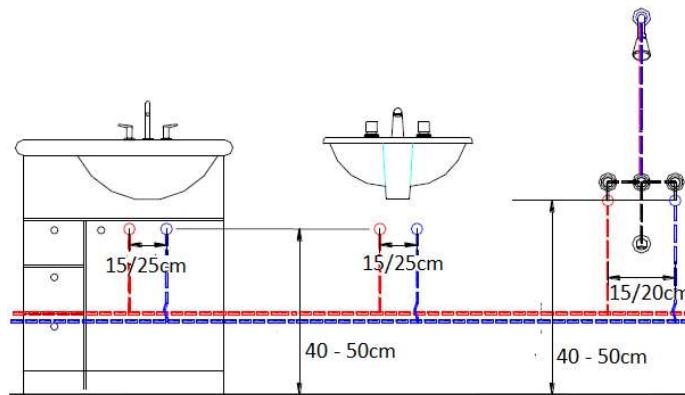
- Mantener la línea presurizada a una determinada presión y si se produce una disminución, activa la bomba. Hasta que se recupere dicho valor. Se alimenta de un tanque de reserva ubicado por debajo de los artefactos a alimentar.

DISTRIBUCIÓN EN NÚCLEOS SANITARIOS

- Las bajadas deben ubicarse en plenos que permitan colocar una llave de corte en un lugar accesible. Las cañerías pueden colocarse embutidas en pared, a la vista o suspendidas.
- En núcleos sanitarios, entre 30 y 40cm del nivel de piso para alimentar a los artefactos sin producir sifones que acumulen aire en la parte alta e interfieran con el suministro. Las griferías deben alimentarse hacia arriba.
- Las cañerías de agua fría se colocan por debajo de las de agua caliente para evitar condensaciones que afecten la aislación en tuberías metálicas y problemas de humedad. Se deben considerar distancias por dilatación o contracción de tuberías de agua caliente. Evitar enterrarlas y en caso de ser necesario, al menos alejadas 1 metro de las de desagüe cloacal.
- Se deben proteger de agentes externos en función del material y ubicación, pudiendo utilizar una canalización de ladrillos o embutiendo las cañerías en una tubería rígida.
- Colocar llaves de paso en los distintos núcleos sanitarios para facilitar e independizar su mantenimiento.

Diámetro mínimo de distribución: Ø13 (excepto HG Ø19 pero no se recomienda su uso)

Diámetro mínimo de conexión a grifería: Ø9



Griferías

Son accesorios simples o combinados (con llaves mezcladoras) o solidarias a los artefactos que alimentan. Se debe cuidar que ningún grifo pueda quedar sumergido en el artefacto que alimenta. Se clasifican en:

- **Cierre a compresión:** Uso común, bajo costo. Suelen tener separado el mando de agua fría y caliente, mediante un vástago. Se abre la llave, el disco de goma se levanta y el agua fluye; cuando la llave se cierra, el disco de goma se aplasta contra el asiento de la válvula e interrumpe el flujo. Requieren mantenimiento del disco.
- **Cierre a bola:** Se usan en piletas de cocina. Tienen una sola asa que se mueve alrededor de una tapa en forma de bola, dentro de la cual hay ranuras que controlan la temperatura y el flujo de agua.
- **Cierre a disco o cartucho de cerámica:** Más nuevas. Funcionan como el cierre a compresión, pero con un disco de material cerámico de alta resistencia.

INSTALACIONES DE PROVISIÓN DE AGUA SANITARIA: AGUA CALIENTE

La generación de agua caliente sanitaria es uno de los mayores consumos de energía, por lo que es de importancia un diseño adecuado para operar en forma confiable y a costos razonables. Se busca encontrar el punto de equilibrio entre potencia de generación y volumen de acumulación (capacidad de absorber picos puntuales de demanda).

Clasificación

POR EL SISTEMA DE CALENTAMIENTO

- Directo: el agua de consumo es expuesta directamente a la fuente de calor:
 - Calentadores instantáneos: el agua circula por una serpentina expuesta a un generador de calor. La provisión es continua y sin límite de tiempo. (Calefones, duchas eléctricas, termotanque de alta recuperación)
 - Calentadores acumuladores: el agua se calienta en un dispositivo a través de un generador de calor. A medida que se consume, entra agua fría para ser calentada. La provisión está limitada por la capacidad del depósito y el tiempo que tarda en calentarse la reposición. (Termotanques, calderas individuales)
- Indirecto: El agua contenida en un tanque intermedio es calentada por una serpentina sumergida por la que circula un fluido (agua o vapor de agua) que se fue calentando previamente en un equipo de calentamiento externo. (Caldera, cocina económica, hogar).

POR EL USO

- Sistema individual: cada unidad tiene su propia fuente de producción de agua caliente a través de artefactos calentadores. Uso doméstico, viviendas familiares y excepcionalmente pequeñas industrias
- Sistema central: un conjunto de unidades locativas comparte un mismo sistema de producción de agua caliente. Utilizado en requerimientos importantes.
- Sistema combinado: en algunas instalaciones se complementa al sistema central con algunos sistemas individuales con un by-pass, o aislados según la parte del edificio.

❖ SISTEMA INDIVIDUAL - PROVISIÓN DIRECTA

- Calefón a gas:

Hay una variación de presión entre la entrada y salida del artefacto, permitiendo que la válvula de gas alimente los picos del quemador que se enciende por la llama del piloto. El calor generado y los gases recorren la cámara interna, calentando la serpentina por la que circula el agua, que sale caliente prácticamente de forma instantánea. Se define por la capacidad en litros “calentamiento de agua en litros por minuto” para un aumento de temperatura de 20°C. (Hasta 20lts)

- Termotanque: Es un acumulador de agua caliente, con normativa propia (NAG-314), cuya capacidad de producción debe satisfacer la demanda. (Hasta 300lts)

- Caldera individual tipo calefón: el agua se calienta en un serpentín de cobre arrollado a una chapa de hierro que soporta altas temperaturas y es sometida al fuego directo del quemador.

- **Caldera individual tipo cocina:** se suele colocar bajo la mesada, es humotubular y tiene mejor rendimiento que las de calefón. El local deberá tener un volumen mínimo y ventilación permanente.

- **Calentador solar:** Tiene una serpentina por la que circula el líquido transmisor y calienta al agua del tanque. Tiene un dispositivo de acumulación que mantiene el agua caliente hasta su uso. Es un circuito cerrado.

❖ MATERIALES Y ACCESORIOS

Deben soportar las temperaturas de trabajo y responder a las normativas vigentes. Los componentes no deben modificar la potabilidad del agua y se debe verificar la especificación del fabricante para materiales plásticos. No se puede usar plomo (se degrada por temperatura y contamina) ni hierro galvanizado (se degrada y produce incrustaciones en la superficie).

Aislaciones:

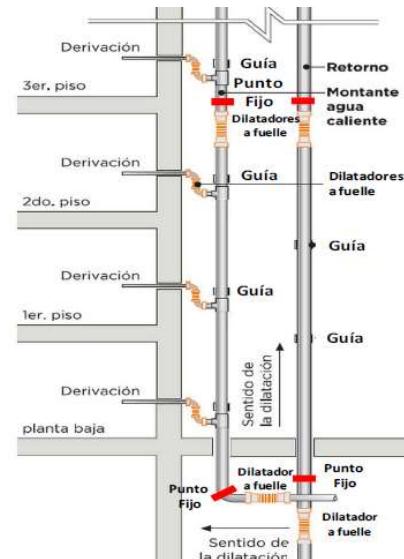
La aislación térmica es fundamental para conservar la temperatura del agua durante su distribución y permanencia en la instalación. La selección depende de la temperatura, la ubicación de la tubería (a la vista o dentro de conductos) y el caudal de agua a conducir.

- Cobertores termoaislantes de polietileno expandido.
- Cañas de fibra de vidrio
- Aislamiento a base de elastómero sintético celular
- Placas y rollos aislantes elastoméricos y flexibles.

Compensadores de dilatación

Por el aumento o disminución de la temperatura, los materiales se dilatan o contraen, en función de: la longitud de tubería, la diferencia de temperatura entre el fluido y la tubería y el coeficiente de dilatación térmica del material. Se debe analizar si las dilataciones afectan a los accesorios.

En recorridos horizontales muy prolongados se requieren accesorios que absorban la dilatación, así como también en las derivaciones de cada montante a las unidades funcionales. Además, se deben sujetar las cañerías mediante puntos fijos y guías en su recorrido.



❖ SISTEMA CENTRAL – PROVISIÓN INDIRECTA DE AGUA CALIENTE

En el sistema central, se produce el agua caliente en una sala de máquinas y se distribuye por tuberías al edificio, generalmente para uso sanitario y de calefacción. El agua se acumula a temperatura $> 60^{\circ}\text{C}$ y se deben asegurar los 50°C en los puntos más alejados de la provisión

Se busca prevenir la legionelosis, infección con síntomas similares a la gripe, que se propaga con mayor riesgo en instalaciones de agua caliente para usos sanitarios con gran volumen de acumulación y en piscinas o bañeras de agua climatizada.

Planta térmica – Producción – Circulación – Distribución – Medidores - Regulación

A) PLANTA TÉRMICA: compuesta por el generador de agua caliente y el intercambiador y/o acumulador.

Generadores de agua caliente

Calderas: generan agua caliente o vapor mediante consumo de combustible (generalmente gas natural).

Tubulares: de chapa de acero. Requieren pases y aberturas importantes en su instalación porque no se pueden desarmar.

Humotubulares: los productos de la combustión pasan por tubos que, por transmisión, calientan el agua que los rodea. Se usan en instalaciones de calefacción. Se pueden limpiar y reparar fácilmente los tubos accediendo por el frente de la caldera.

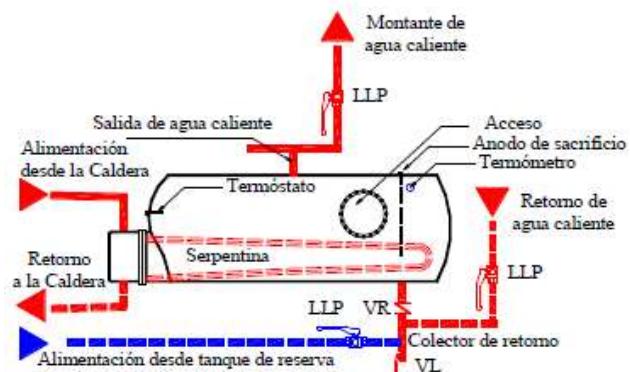
Acuotubulares: el agua a calentar pasa por los tubos, que transmiten el calor producido por una llama. Los tubos no suelen requerir limpieza porque el hollín se quema al caer por gravedad.

De hogar presurizado: son de acero; la cámara de combustión es cilíndrica o cónica y origina un flujo de gases turbulento, que aumenta la transferencia de calor en las paredes en contacto con el agua. Requieren una presión provista por un ventilador.

Termotanque de alta recuperación: es un generador de agua caliente para requerimientos específicos. Funcionan similar a las calderas. Regula la temperatura con un termostato y tiene una válvula de seguridad. Se pueden instalar en baterías para obtener mayor capacidad y asegurar el servicio en caso de reparación.

Intercambiador de calor: separan el agua de las calderas del agua de consumo.

Tubular o tanque intermedio: son de acero. La conveniencia de utilizar un intercambiador debe analizarse económicamente y según su eficiencia. En casos donde el agua de calderas no satisface la demanda y aptitud para consumo, se deben utilizar intercambiadores en cuyo interior se transfiera el calor de las calderas al agua caliente sanitaria, sin mezclar los circuitos.



Intercambiador de placas: tiene una superficie de intercambio térmico por estampación en frío de una chapa metálica.

B) PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE

Instantánea: son sistemas que requieren que los intercambiadores sean aptos para la máxima demanda de la instalación porque, en ellos, el agua de las calderas calienta el agua de consumo al mismo tiempo que se demanda. Requieren bombas que hagan circular el agua de los colectores a los intercambiadores (el más utilizado es el de placas de acero inoxidable)

Con acumulación: son sistemas que permiten reducir la potencia necesaria y obtener funcionamientos más homogéneos de la instalación. Se acumula en depósitos en los que se mantiene el agua caliente hasta su uso. Se clasifican según el volumen de acumulación:

Acumulación: se diseñan para atender la demanda máxima con el agua caliente acumulada

Semi-acumulación: solo pueden afrontar una parte de esa demanda máxima

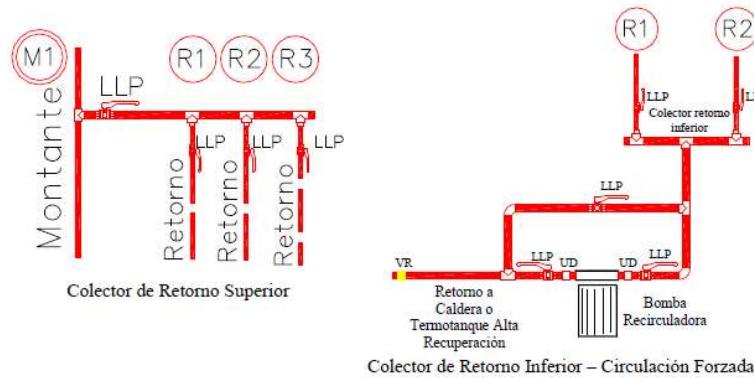
C) CIRCULACIÓN DEL AGUA CALIENTE

Montantes: Son columnas que salen del colector, conduciendo el agua caliente hacia los núcleos sanitarios. Por sobre el último piso de provisión, se derivan hacia la tubería de retorno, continuando a su vez, un ramal ascendente o "Escape" que se puede rematar con una U invertida protegida con malla de bronce. La función es poner a presión atmosférica el sistema y permitir la expansión del agua al aumentar su temperatura, eliminando también el vapor de agua.

Retornos: Por las distancias que suele haber entre puntos de producción y consumo, los usuarios deberían esperar un tiempo para recibir el agua, lo que implica poco confort y un consumo innecesario de agua. Para evitarlo, las instalaciones centrales tienen circuitos de recirculación que retornan el agua desde los puntos de consumo más alejados hasta la producción, cerrando el circuito.

- Se unen en un colector de retorno previo al ingreso a la producción.
- Se debe poner un sistema de válvulas de retención que evite retornos de agua por pérdida de presión o disminución del caudal suministrado (evitar la mezcla de agua de distintos circuitos, calidades o usos)

Colectores: deben ser accesibles para el mantenimiento y comando de las llaves de cierre.



Se requieren llaves de limpieza para vaciar la instalación y llaves de corte para permitir el mantenimiento de montantes, retornos y derivaciones.

La circulación de agua caliente puede realizarse en forma natural (termosifón) o forzada (bombas re-circuladoras).

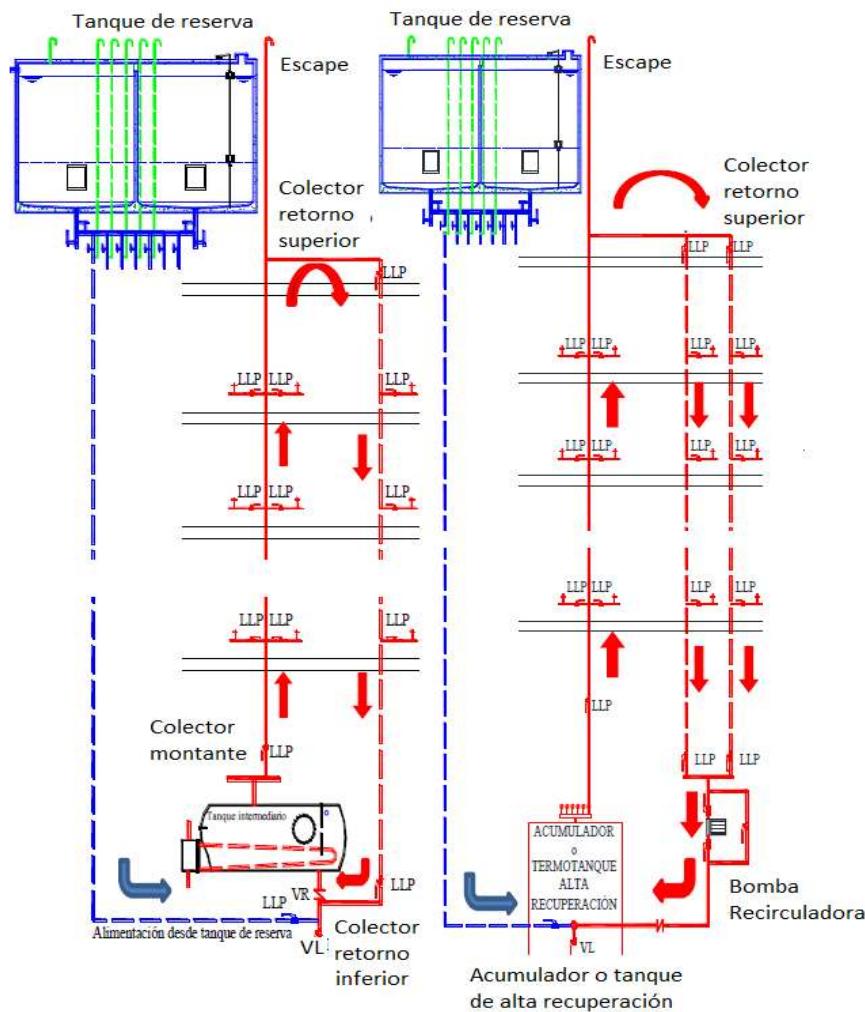
Circulación natural

Se basa en el movimiento natural del agua por la diferencia de peso de la columna de agua fría respecto a la caliente del montante. Circula venciendo resistencias (pérdidas por fricción y localizadas) aunque no haya consumo, pero siempre habrá agua caliente en puntos de derivación.

El intercambiador es alimentado de agua fría por su parte inferior desde una bajada exclusiva que proviene del tanque de reserva. Dentro, se calienta y circula a través del colector hacia los montantes, que llevan el agua hacia los núcleos sanitarios. Luego de que el montante sobrepasa el último nivel a abastecer, la tubería se convierte en retorno, regresando el agua no consumida al tanque intermedio. La tubería de retorno se la conecta al intercambiador en la parte inferior.

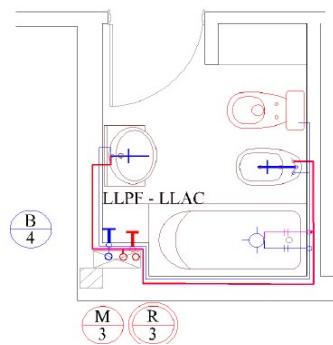
Circulación forzada

Se puede requerir una bomba re-circuladora de agua cuando se manejan grandes caudales y recorridos extensos, donde puede haber muchas pérdidas como para vencerlas naturalmente.

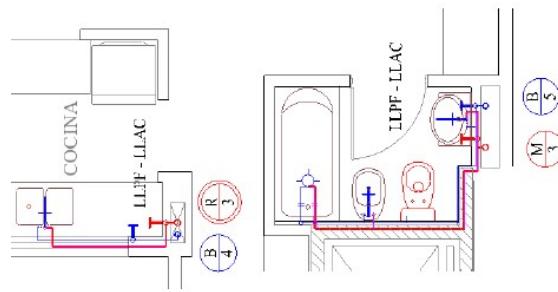


D) DISTRIBUCIÓN

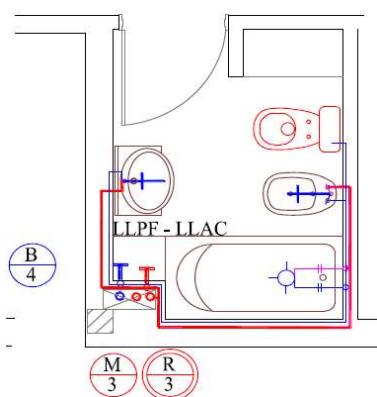
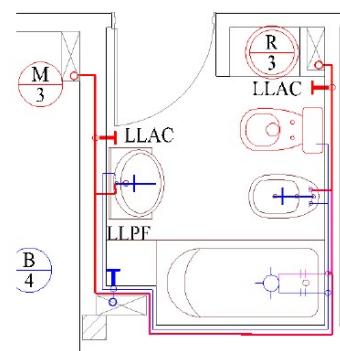
- **Desde montante con retorno libre:** La alimentación se produce mediante ramales que parten de la columna montante y terminan en el último grifo. Cada ramal debe tener una llave de paso para independizar la unidad, lo más cerca posible del montante. La temperatura de distribución del agua va decreciendo al alejarse del tanque intermedio. En caso de reparación del retorno, se requiere llave de paso y se debe colocar un escape a la atmósfera para su vaciado.



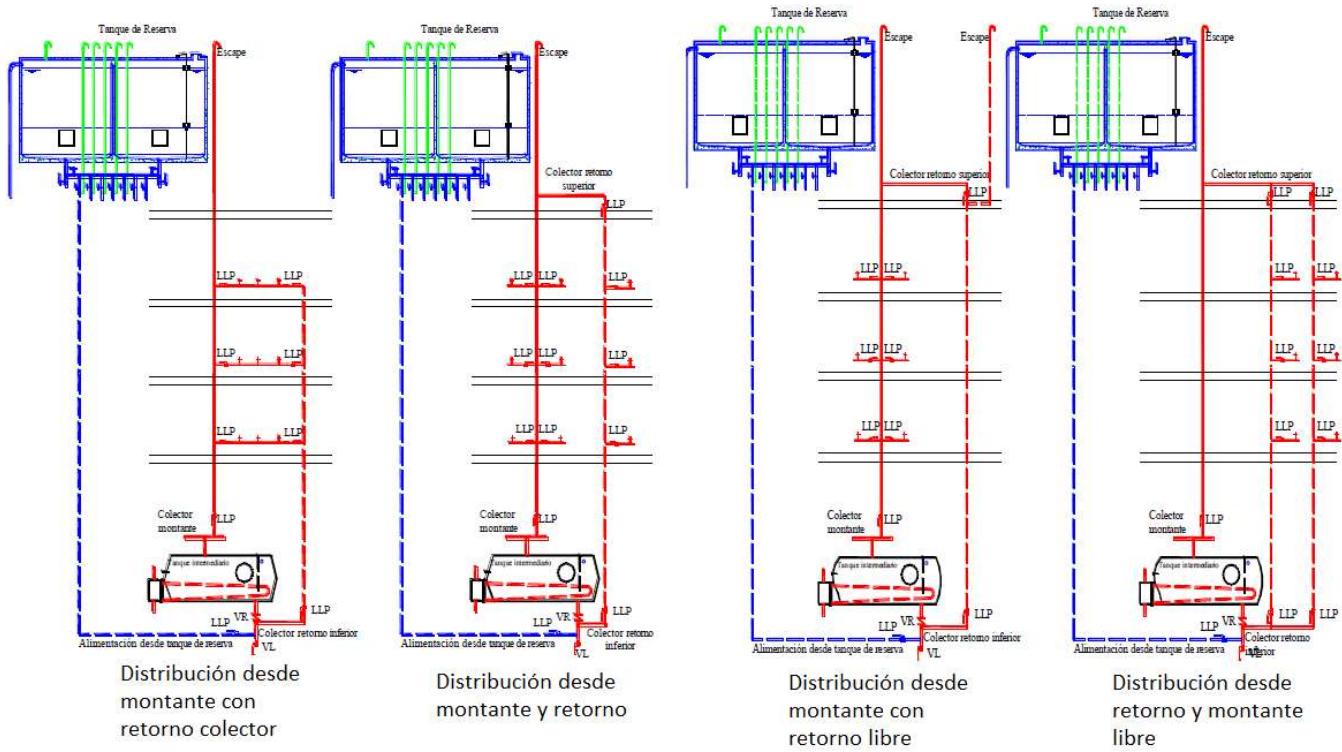
- **Desde montante y retorno:** La alimentación se produce por ramales que parten del montante o retorno y alcanzan los distintos núcleos hasta el último grifo. Requiere llave de paso. El agua permanece estática en el ramal y hay falta de uniformidad en la temperatura. El vaciado del retorno o montante se realiza a través de la distribución piso a piso.



- **Desde montante con retorno colector:** La alimentación se produce por ramales que parten de los montantes, sirven a los artefactos y continúan hasta empalmarse con el retorno. Requiere llave de paso lo más próximo a ambos, montante y retorno. La permanente circulación de agua permite una mayor eficiencia en la provisión de agua caliente. El vaciado del retorno o montante se realiza a través de la distribución piso a piso.



- **Desde retorno con montante libre:** La alimentación se produce desde el retorno hasta las distintas canillas. Requiere llave de paso. El agua permanece estática al igual que los primeros dos casos, por lo que no se recomienda en grandes núcleos sanitarios que requieran grandes caudales. La reparación del retorno requiere llave de paso en sus extremos. El retorno y montante se vacían por la distribución piso a piso.



❖ DIMENSIONAMIENTO DE LOS TANQUES

Reserva Total Diaria Domiciliaria (RTDD): es el agua que se acumulará en el tanque y es necesaria para el funcionamiento del edificio y la vida de las personas, en todo un día. Hay un valor mínimo de RTDD para cubrir una necesidad estándar. Se tiene una tabla de la cantidad de litros necesarios en función del uso, el tipo de tanque y el tipo de alimentación.

Se asume que el consumo de una familia tipo (4 personas) es de 1000 lts/día

$$\text{Consumo tipo} = 250 \frac{\text{lts}}{\text{persona. d\'ia}}$$

Se puede reducir la RTDD en unos 600/800 lts/día cuando hay tanque de bombeo porque el sistema no permite una provisión continua.

Una vez determinada la RTDD, se distribuye en los tanques que haya:

$$\text{Tanque de reserva} \geq \frac{1}{3} \text{ RTDD}$$

$$\text{Tanque de bombeo} \geq \frac{1}{5} \text{ RTDD}$$

❖ DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

V_{min} = 0.5 m/s

V_{max} = 2 m/s (1,5 en diámetros chicos)

Método de la longitud equivalente (simplificado)

Se define una longitud virtual de tubería para cada accesorio, de forma tal que las pérdidas sean equivalentes a las que generaría por rozamiento esa longitud.

Se estima el consumo en función del tipo (industrial, urbano o rural) y en urbano se ajusta según el número de habitantes (vivienda, hospital, escuela, otros). De tabla se obtienen los litros/habitante.

Se deben considerar los caudales mínimos y las presiones recomendadas (10-15 mca) dados por los fabricantes de las griferías y artefactos. Se puede adoptar un caudal mínimo para agua fría y agua caliente en función del artefacto.

Se debe considerar la simultaneidad de uso: el caudal mínimo será la suma de los individuales en función de la frecuencia y duración del uso. El coeficiente será = 1 cuando haya certeza del uso, o se aplican métodos empíricos.

Conocidas las presiones al inicio y final de la tubería, se tiene la presión máxima disponible.

Conocidos los materiales, se pueden determinar las pérdidas.

De ábacos en función del material, pérdida de carga y caudal, se obtienen los diámetros. Las normas de OSN también dan ábacos de caudal [l/s] en función de cada diámetro.

Método racional (semi-empírico):

Obtiene el caudal máximo probable en función de los artefactos instalados, afectados por un coeficiente de simultaneidad K1 en función del número de canillas de servicio instaladas en una unidad de vivienda:

$$K1 = \frac{1}{\sqrt{n - 1}}$$

SUMINISTRO DE GAS NATURAL DOMICILIARIO

A nivel domiciliario se utiliza gas combustible proveniente de formaciones geológicas (energía no renovable), que permite producir energía térmica mediante un proceso de combustión. El gas natural es una mezcla de gases compuesta principalmente por metano que es incoloro e inodoro, no tóxico y más ligero que el aire. Para que pueda ser detectado, se le agrega un compuesto a base de azufre que le confiere fuerte olor.

Normas y reglamentos aplicables:

- Código de la Edificación del municipio
- Disposiciones y Normas mínimas para la ejecución de instalaciones domiciliarias de gas: ENARGAS – NAG 200. Da los requerimientos mínimos para la instalación de medidores, equipos individuales o colectivos de gas envasado, prolongaciones domiciliarias, cañerías internas, instalaciones de artefactos y evaluación de productos de combustión.
- Normas IRAM de materiales y accesorios.

El gas se capta en reservas, se somete a procesos de separación de componentes líquidos a temperatura ambiente. Luego es transportado hacia los centros de consumo mediante gasoductos troncales y de distribución. El poder calorífico del gas natural distribuido por redes es variable según la composición (9000-9500 kcal/m³) y la densidad oscila entre 0.6-0.7 kg/m³ según el contenido de hidrocarburos condensables.

- Red de baja presión: 0.016 – 0.02 kg/cm²
- Red de media presión: 0.5 – 2.0 kg/cm²
- Red de alta presión: > 2 kg/cm²

Si no se tiene la distribución de gas natural, se puede procesar para convertirlo en gas licuado de petróleo (GLP) que facilita su transporte. El poder calorífico es mayor, entre 22300-28900 kcal/m³ y la densidad varía entre 1,5 – 1,6 kg/m³.

El gas también puede obtenerse por descomposición de restos orgánicos. El biogás se genera en medios naturales o dispositivos específicos y es útil para tratar biodegradables. Tiene menor poder calorífico que el natural, alrededor de 5500 kcal/m³ y una densidad de 1,2 kg/m³

En Argentina, la extracción del gas está a cargo de las petroleras y ENARGAS es el organismo nacional encargado del control y gestión, dictando los reglamentos de protección ambiental, procedimientos y calidad del servicio de gas natural comprimido (GNC). También aprueba las tarifas y autoriza la realización de obras de magnitud.

❖ INSTALACIÓN DE GAS NATURAL EN ZONAS CON REDES DE DISTRIBUCIÓN

Instalación externa: a cargo de la empresa distribuidora (en CABA es METROGAS). Consiste de una cañería maestra que proviene de la red de distribución y un empalme a la misma.

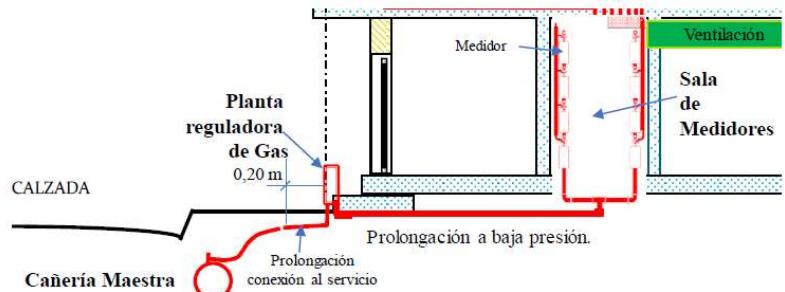
Instalación interna: son los tramos de cañería comprendidos entre 20cm fuera de la línea municipal o los tramos que están después de las válvulas de los cilindros de gas envasado, hasta los artefactos. Es propiedad del usuario que tiene a cargo la ejecución de los trabajos, controles y mantenimientos. Consiste de:

- Prolongación interna – Planta reguladora – Prolongación a medidores – Medición del consumo – Cañería interna
- Artefactos – Ventilación

Se debe considerar los riesgos de estas instalaciones, por lo que se requieren ventilaciones permanentes en los locales para el ingreso del aire que se consume en la combustión y aberturas para la evacuación de gases generados.

A) PROLONGACIÓN INTERNA

Es la parte de la instalación que se encuentra a 20cm por fuera de la línea oficial (la unión con la cañería maestra la realiza el prestador del servicio) hasta la alimentación de los medidores. La salida debe ser perpendicular a la línea municipal y no debe enfrentar árboles ni columnas, entre otros.



- Prolongación de la conexión al servicio: el suministro puede ser a media o baja presión. Generalmente es a media presión hasta el sistema de regulación.

Para media presión, por norma, sirven:

- Las tuberías de hierro negro que cumplen con normativa IRAM, con extremos aptos para soldar y protección anticorrosiva
- Las de polietileno extruido unido por soldadura eléctrica.

Ambas requieren una cupla aislante para evitar el paso de corrientes eléctricas

- Las tuberías de polietileno que se une a la conexión externa por electro-fusión y al sistema de regulación por un Gripper. (la más usada)

Para gas a baja presión: la cañería debe tener pendiente mínima 1% hacia la calle y sobresalir 20cm de la LM. La profundidad depende del diámetro (mín 20cm o 30cm si atraviesa jardines – máx 60cm). Sirven tuberías de hierro negro con pintura epoxi con uniones soldadas o roscadas y selladas.

La prolongación siempre se conecta con el pilar izquierdo del medidor (visto de frente), pasando bajo tierra o embutidas en paredes, pero nunca debajo de conexiones de agua o electricidad. Si atraviesa jardines debe apoyarse sobre elementos resistentes y si atraviesa locales comerciales o cocinas (permitido por la empresa proveedora) irá encamisada o en una cámara de ladrillos revocada, rellena con arena y ventilada en los extremos. En sótanos o locales no accesibles desde el exterior, debe ir embutida o revestida.

Prohibido el paso por ambientes habitables (es difícil darse cuenta si hay pérdidas porque el medidor está después) y por eso debe tener su recorrido por pasillos de entrada o espacios comunes, por tierra o pared. Sólo se permite el cruce de vigas o losas y en forma encamisada.

B) PLANTA REGULADORA

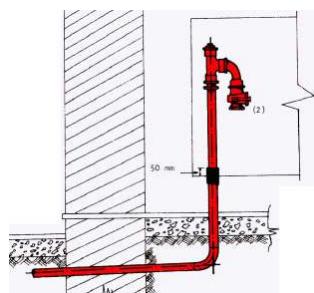
Una planta o sistema de regulación es el conjunto de elementos instalados con el propósito de regular automáticamente la presión del gas aguas debajo de donde se instale, asegurando un rango pre-fijado de operación.

Se ubica sobre la línea oficial del predio, pero ENARGAS podría autorizar la colocación hacia el interior o en el terreno circundante por razones constructivas.

Se ajustan a las normas de seguridad vigentes: tendrá acceso directo y fácil desde el exterior y, de ser posible, los medidores se instalarán en el mismo lugar. Las cañerías aguas arriba de la planta reguladora pueden ser de acero negro, con uniones de soldadura eléctrica.

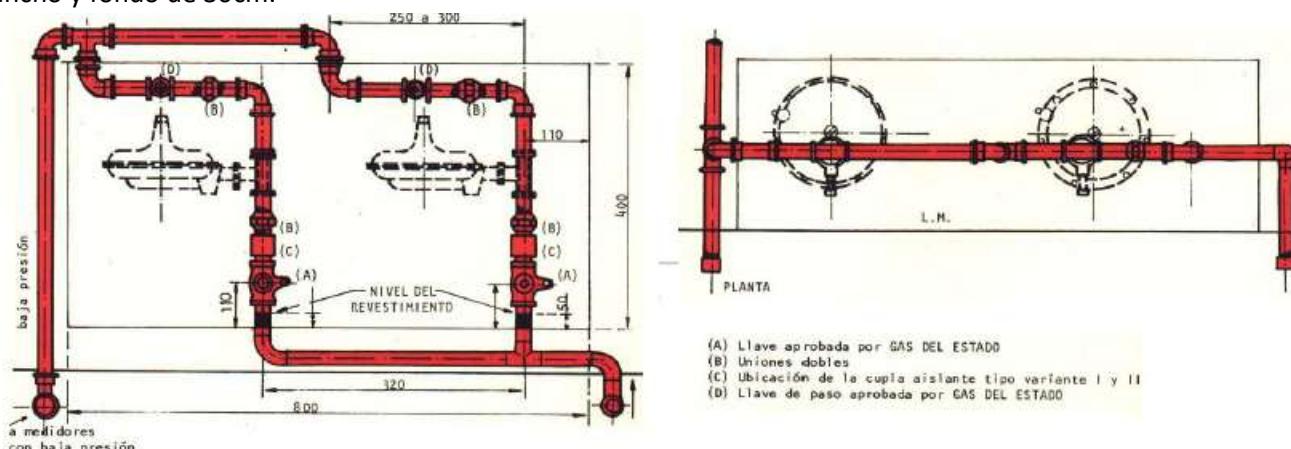
Planta reguladora para gas a baja presión:

Si el edificio tiene posibilidad de nuevos usuarios, se preverá en el cálculo un diámetro suficiente para satisfacer el posible incremento y se deja un ramal Te.



Planta reguladora para gas a baja presión en zonas de futura conversión a media presión:

Aunque el sistema sea de baja presión, se debe instalar una planta apta para media presión, previendo la modificación del servicio a futuro. Se deja una llave aprobada para media presión y entre ella y el futuro regulador deberá proyectarse una cupla-aislante aprobada. Dimensiones del nicho para media presión: alto 65cm, 45cm ancho y fondo de 30cm.



Los reguladores al frente para medidores instalados en el interior del edificio, se debe dejar la prolongación de media presión taponada en vereda.

Planta reguladora para gas a media presión:

Si hay un solo medidor sobre el frente del edificio, cambian las conexiones respecto a cuando hay medidores en el interior y reguladores sobre el frente.

Componentes de la planta reguladora:

Llave de paso: (esférica) se coloca en la entrada del nicho y es del diámetro de la prolongación para media presión.
- Se le hace una prueba de hermeticidad.

Reguladores de presión: son aparatos de control que mantienen la presión constante aguas abajo, independientemente de las condiciones de operación del proceso. Es básicamente una válvula de recorrido ajustable, conectada a un diafragma que se equilibra con las presiones de entrega y salida y una fuerza del lado contrario dada por un resorte, peso o presión de otro instrumento denominado "piloto".

- Una buena selección garantiza el buen desempeño del equipo al cual se le provee el gas y su capacidad debe ser acorde al caudal a suministrar.
- En edificios de más de 5 unidades de vivienda se colocarán por lo menos 2 reguladores (1 en reserva) con capacidad asociada al máximo consumo.

- Los reguladores se clasifican según la relación de presiones que reciben y entregan, su posición en la instalación y su capacidad en m³/h.

- 2 categorías de reguladores:

Auto-operados: tienen menos partes móviles, menor mantenimiento, pero solo tiene un resorte como ajuste de la presión, por lo que es muy simple y tiene desventajas operativas

Pilotados: tienen un pequeño regulador que se utiliza como control y traduce pequeños cambios de presión aguas abajo en grandes cambios sobre el diafragma.

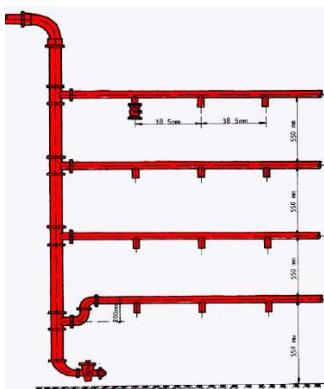
Aislación dieléctrica: se coloca entre la llave y el regulador (o el medidor en casos de baja presión). Se usa una cupla aislante excepto en casos donde no haya cuplas aprobadas para ciertos diámetros, en ese caso se usa una brida eléctrica.

C) PROLONGACIONES PARA BATERÍAS DE MEDIDORES DOMÉSTICOS

La batería se ejecuta con montantes y colectores que pueden ser de hierro negro, con tomas soldadas de Ø19 y separación 0.385m. Las tomas tendrán longitud de 0,05m y rosca de paso.

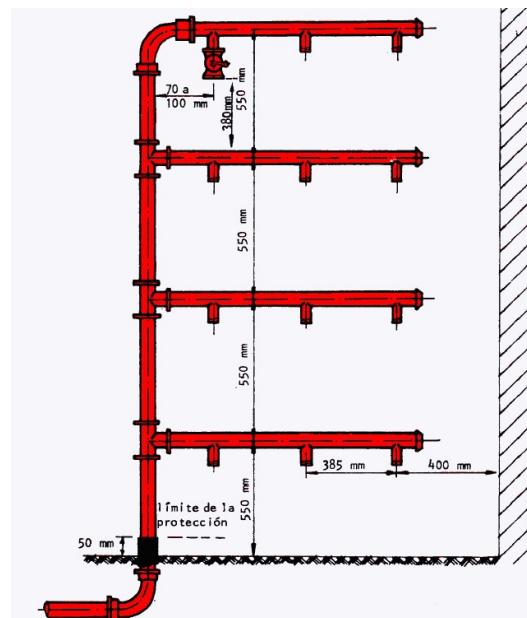
El colector se une al montante roscado o soldado. Los de hierro negro deben protegerse con pintura anticorrosiva por no estar embutidos en mampostería.

Los barrales se distanciarán mínimo 55cm del piso y mantendrán entre ellos la misma distancia que el último al nivel del piso. No más de 4 filas. Separación mínima a la pared 22cm. Se marcará en el barral y cada toma, con pintura visible, la letra o número del departamento o piso que provee.



Para baja presión:

(sistema viejo, el gas venía con agua que se condensaba) Si hay montantes descendentes, se dispondrá un sifón de longitud mínima 40cm y tapón. Al primer barral se le hace un cierre hidráulico para evitar que los medidores de esa fila se llenen de agua al colmarse el sifón.



D) MEDICIÓN DEL CONSUMO

El medidor de gas es un instrumento que permite medir el volumen que consumen los artefactos de una instalación, en las condiciones de presión y temperatura del punto de suministro. Vincula comercialmente a la empresa prestadora y al usuario.

Se ubican en la LM excepto baterías y otras excepciones. Se vinculan al regulador y a la red interna a través de pilares.

El tipo de medidor depende del consumo a medir.

- En general hasta $10 \text{ m}^3/\text{h}$ para uso doméstico.

Medidor de membrana: la presión del gas produce llenado y vaciado alternativo de dos cámaras de paredes deformables y volumen establecido.

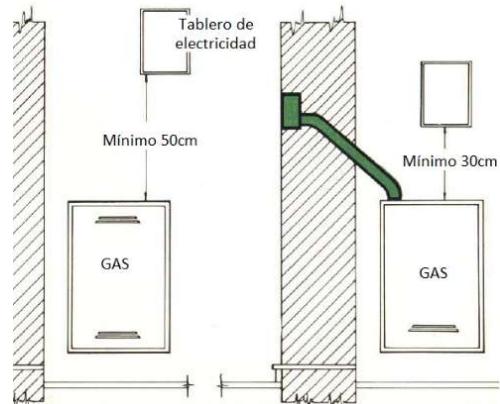
Medidor digital

- Más de $10\text{m}^3/\text{h}$ para uso industrial:

Medidor de pistón rotativo

Medidor de turbina

Los medidores deben ubicarse en recintos “nichos” de material incombustible, con puerta reglamentaria, ventilado y aislado de instalaciones eléctricas o inflamables (alejados mínimo 50cm o hasta 30cm si se ubica en espacio abierto o tenga ventilación al exterior).



CUADRO "A"				
Dimensiones de nichos para medidores hasta $10 \text{ m}^3/\text{h}$				
Presión de la red	Alto m	Ancho m	Profundidad m	Observaciones
1) BAJA	0,6	0,4	0,3	
2) BAJA - En zonas previstas para futura conexión a media presión	0,65	0,45	0,3	
3) MEDIA	0,65	0,45	0,3	
4) MEDIA Vivienda unifamiliar sin posibilidad de adicionar otro medidor. Regulador, conectado c/ flexible	0,5	0,4	0,3	Llave de paso aprobada por G. del E.
	0,5	0,4	0,25	Únicamente llave de paso esférica aprobada por G. del E.

La ventilación de los nichos para medidores individuales:

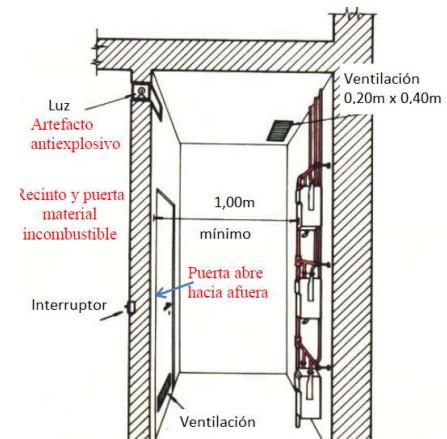
- Si está en espacios abiertos: orificios o aberturas en las puertas en la parte superior e inferior.
- Si está en lugar cerrado: ventilar al exterior con un conducto de 1,5 veces el diámetro de la prolongación domiciliaria (mínimo Ø38), desde la parte superior del recinto. Aberturas en las pertas en la parte inferior (excepto en instalaciones de gas propano diluido, ahí las aberturas son en la parte superior)

Sala de Medidores: Cuando los medidores se instalan formando una batería, se dispone un local exclusivo, aislado de las instalaciones eléctricas o inflamables, al cual se accede fácilmente.

- La puerta será de material incombustible, con aberturas en la parte inferior de sección equivalente a la salida de una ventilación directa al exterior que también se especifica en función de la cantidad de medidores (mínimo 20cmx40cm).

- La instalación eléctrica será aislada, con un artefacto blindado y con interruptor externo al local.

- La puerta tendrá un cartel de “prohibido el acceso a toda persona ajena a la prestadora del servicio de gas”.



- Cuando se comunique directo con locales con calderas, motores o tableros eléctricos, se debe colocar una antecámara de superficie mínima 1m².
- Las puertas deben abrir hacia el exterior.
- Si las baterías de medidores van en patio abierto, debe colocarse en un armario con puertas incombustibles, ventilado por la parte superior y con aberturas en la parte inferior de las puertas. Debe haber mínimo 60cm libres por delante de la puerta.

E) CAÑERÍA INTERNA

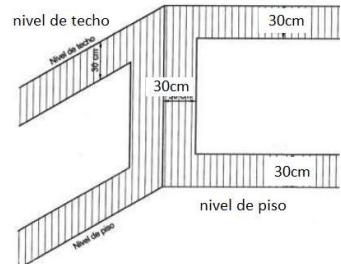
Pautas generales:

- Las tuberías deben instalarse dentro de los límites de predio, excepto por ordenanza municipal que permita sobre el nivel de vereda. Sólo por espacios comunes en edificios de viviendas, excepto las propias conexiones de la unidad a suministrar.
- Si hay tuberías a la vista, deben estar en lugares protegidos y bien fijadas.
- Las válvulas de corte y tomas no conectadas a artefactos o en los extremos de las instalaciones, se deben taponar y las válvulas deben estar fijadas de forma tal que su accionamiento no transmita esfuerzos a la tubería.
- Las uniones deben resistir los esfuerzos. En redes de acero, no se permite el curvado de la tubería.
- Se debe evitar que se introduzcan cuerpos extraños a las tuberías en la construcción o eliminarlos.
- Recorridos cortos y con el mínimo número de uniones posibles.
- Distancia mínima a otras tuberías tal que se permita el mantenimiento de todos los servicios.

Tipos de instalación

- **Aéreas:** Deben instalarse en una posición que minimice los riesgos de daños accidentales, con uniones mecánicas desmontables, asegurando la aislación y con elementos de sujeción. No se deben instalar sobre el piso salvo que estén mecánicamente protegidas y no interfieran los pasos de circulación.

- **Empotradas en paredes o pisos:** Deben instalarse empotradas con mortero de cemento. El trazado debe ser tal que se proteja del daño mecánico y en una zona a 30cm desde el nivel del techo, la losa del piso o las esquinas (se puede modificar solo por razones de impedimento estructurales). También a 30cm de dinteles y marcos de aberturas, excepto en la derivación para los puntos de conexión. No debe estar en contacto con el acero de las estructuras ni conductores eléctricos. Se exigen uniones con sistemas desmontables (ej. Bridados).



- **Enterradas:** en zanjas, libre de materiales extraños, profundidad mínima 30cm en suelos firmes. Cuando no se pueda garantizar la profundidad, se coloca un encamisado o revestimiento como protección mecánica.

- **Empotradas bajo pisos:** se pueden colocar en el contrapiso

- **Emplazadas en plenos o conductos técnicos:** Los lados de los plenos deben tener mínimo uno de sus lados lindando con espacios comunes del edificio y tener dimensiones que permitan su intervención. Deben tener ventilación natural y no utilizarse como conductos de evacuación de gases de combustión ni ventilación de ambientes. Las tuberías deben estar identificadas y no estar en contacto con conductores metálicos ni cañerías de fluidos a más de 40°C. En tendido vertical, se deben anclar con soportes.

- **Entubado:** En tuberías que van enterradas, los extremos deben sellarse por infiltraciones. Cuando esté en pisos o mampostería, los extremos del tubo camisa deben ventilar al exterior o rematar al menos el extremo más elevado.

- **Paneles sanitarios:** cuando se fabrica en serie se deben aprobar y verificar las aislaciones.

Pendiente y sifones en las cañerías: Actualmente se usan prácticamente tuberías de acero o polietileno, que no requieren humidificar el gas natural, por lo que no se exige pendiente ni sifones (como para hierro fundido).

Prohibido:

- Tendido de la prolongación interna antes de los medidores por espacios comunes.
- Tendido de tubería interna (gas medido) atraviese propiedades que no vaya a abastecer
- Tendido atravesando aparatos de altas temperaturas.
- Colocación de tomas taponadas en dormitorios o ambientes únicos.
- Tendido por huecos de ascensores o conductos de circulación de aire o ventilación del edificio
- Colocar tuberías dentro de las estructuras
- Instalar bocas para artefactos sin válvula de corte o que haya más de una boca con una sola válvula
- Empalmar instalaciones de gases diferentes
- Tuberías de polietileno no aprobadas para instalaciones internas

❖ **MATERIALES:** están normalizados por NAG.

- Acero: no se permite el curvado, las uniones pueden ser roscadas o soldadas.
- Cobre
- Acero-Polietileno: unidos por termofusión, requieren instaladores matriculados
- Polietileno (para redes): hay accesorios para unir por electrofusión y especiales para la transición con acero.

Protección de Tuberías y Accesorios:

- Revestimiento asfáltico reforzado: (doble cobertura): cuando estén en contacto con el terreno natural o en contrapiso sobre terreno natural
- Revestimiento asfáltico: (simple cobertura): cuando quedan enterrados en contrapiso o sobre losa de hormigón
- Revestimiento asfáltico simple: cuando queden enterradas en contrapiso sobre losa de hormigón
- Protección con pintura imprimadora: (base asfáltica) cuando queden enterradas en paredes
- Revestimientos plásticos: alternativas a las asfálticas

Cintas plásticas (sistema de cobertura simple o doble)

Laminados plásticos

- Revestimiento con resinas epoxídicas: cuando quedan enterradas, las cañerías de hierro negro se revisten en horno con resinas epoxídicas.

Los tramos de tubería con algún grado de deterioro o pérdida del material de revestimiento deben ser reparados o protegidos nuevamente.

Uniones:

- Pasta sellante: para uniones roscadas
- Cintas de teflón: para conexiones no empotradas o accesorios factibles de recambio
- Las tuberías plásticas se unen por termofusión (Acero-PE) – electrofusión (PE)

Prueba de hermeticidad: La cañería de media presión debe soportar, sin pérdidas, una presión de 4 kg/cm^2 durante 15 minutos (la de baja presión, $0,2\text{kg/cm}^2$). Se utiliza un manómetro. Se prueban con aire, nitrógeno o dióxido de carbono a presión, no permitiendo probar con oxígeno ni productos inflamables o corrosivos, durante 5 minutos.

Prueba de obstrucciones: se verifica el correcto funcionamiento haciendo que el aire contenido en la cañería salga por los orificios de los distintos equipos.

Al finalizar pruebas, se debe constatar que todas las tomas cuenten con un artefacto conectado o se encuentren taponadas en casos que la conexión no sea obligatoria.

❖ ARTEFACTOS

Todo artefacto de gas que se instale debe estar aprobado, excepto los que requieran “aprobación in situ”. Un artefacto debe llevar visible su número de matrícula (para identificación) y no debe ofrecer peligros a las personas ni a la propiedad.

Llaves de paso: Se deben colocar para cada artefacto y del diámetro de la cañería que lo alimenta. Cierre 1/4 de vuelta con tope, accesible y a la vista.

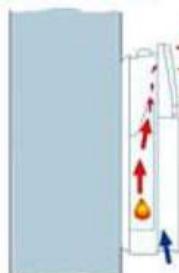
Artefactos con tiraje natural: toman el aire para el proceso de combustión desde el mismo ambiente y expelen los productos generados al exterior.

Artefactos sin tiraje: toman el aire desde el ambiente en que están instalados y expelen los productos al mismo ambiente.

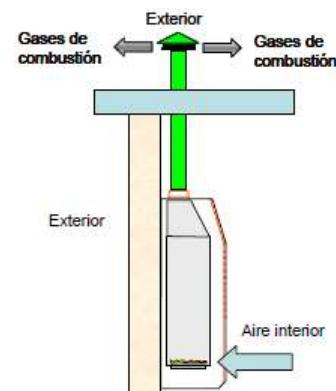
Tiraje balanceado: Cámara de combustión estanca. El aire para producir la combustión es tomado del ambiente exterior a través de un conducto que atraviesa el muro lindero y los gases son también arrojados al exterior por otro conducto que suele ser concéntrico al anterior. Tienen una cámara estanca, aislada del ambiente, por lo que es apto para recintos de permanencia como habitaciones, livings, comedores, o ambientes poco ventilados.

Ej: Calefones y Estufas de tiro balanceado.

CAMARA ABIERTA



- De cámara abierta: Cocinas, estufas sin salida al exterior
- De cámara abierta con tiraje natural: Calefones, Termotanques, calderas.



Conexión de artefactos:

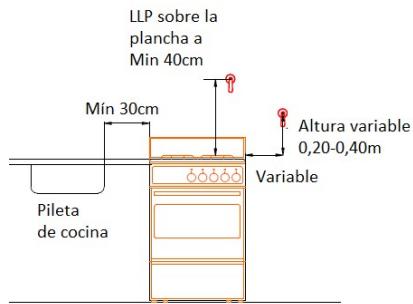
Aguas abajo de la llave de paso se coloca una unión doble que permita la desvinculación del artefacto, salvo que sea provisto de fábrica con una conexión rígida o flexible. Al momento de la supervisión, se deben haber conectado todos los artefactos de tipo balanceado excepto estufas que no sean para ambientes únicos o dormitorios, todos los artefactos conectados a conductos colectivos y los artefactos que requieran dispositivos de seguridad (por su ventilación y el ambiente donde se instalan)

Los artefactos se deben ubicar donde no ofrezcan peligro. El local debe tener aberturas necesarias para reponer el aire consumido por la combustión.

- Los artefactos con gas de densidad >1 no pueden instalarse en sótanos.
- Los de cámara estanca pueden ubicarse en cualquier ambiente.
- Los de combustión abierta al ambiente no pueden ubicarse en baños y dormitorios.

COCINAS

Se colocan donde los quemadores no estén sometidos a corrientes de aire. Sólo modelos aprobados pueden ir embutidos. Deben quedar perfectamente niveladas. La llave de paso debe estar a la vista, a un lado de la plancha y a no menos de 40cm.



TERMOTANQUES Y CALEFONES

En cocinas de al menos 7m³ que cumplan los requisitos de ventilación. Los calentadores de agua de cámara abierta evacuarán los gases por conductos colectivos.

En espacios para cocinar solo se permite la instalación cuando el consumo sea menor a 9000kcal/h y el artefacto tenga dispositivos de seguridad por falta total de llama. El ambiente debe tener mínimo 30m³ y cumplir con la ventilación.

CALDERAS INDIVIDUALES: De calefacción hasta 40.000kcal/h

- Cámara estanca: pueden instalarse en cualquier ambiente menos dormitorios y locales con medidores. En los baños, debe aislarse de la instalación eléctrica.
- Cámara abierta con ventilación a los cuatro vientos: no pueden instalarse en dormitorios, pasos, baños, locales con medidores. En cocinas, se da un volumen mínimo requerido del local y las ventilaciones.

❖ ALIMENTACIÓN DE AIRE PARA COMBUSTIÓN Y EVACUACIÓN DE LOS PRODUCTOS DE COMBUSTIÓN

Con el fin de mantener la habitabilidad del local, la NAG 200 establece los requerimientos mínimos de ventilación según el destino del local, tanto para la incorporación de aire como la salida al exterior de los productos de combustión.

Las aberturas o conductos para alimentación de aire pueden ser directa desde el exterior o indirecta a través de otros locales. La sección del pasaje de aire exterior depende de los artefactos y del modo de evacuación.

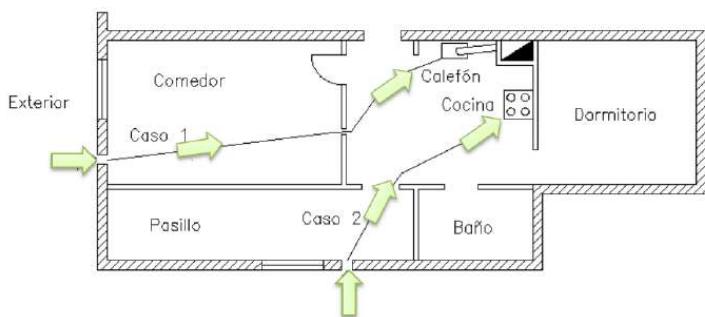


TABLA 7.5.2 -Abertura para alimentación de aire para combustión

	Sección libre de los pasajes de aire a través de paredes exteriores en cm ²
A) Artefactos no conectados a conductos de evacuación considerados aisladamente:	
Cocina con horno y 3 o más quemadores de hornallas	100 cm ²
Otro tipo de artefacto, excepto del tipo infrarrojo	50 cm ²
B) Artefactos conectados a conducto de evacuación considerados aisladamente:	
a) Con capacidad térmica hasta 10.000 kcal/h (42.000 kJ/h)	50 cm ²
b) Con capacidad térmica de 10.001 kcal/h (42.004 kJ/h) y hasta 40.000 kcal/h (168.000 kJ/h)	50 cm ² más 3 cm ² por cada 1.000 kcal/h superior a 10.000 kcal/h
C) Conjunto de artefactos en un mismo local (no se consideran los de tipo infrarrojo)	La sección es impuesta por el artefacto más exigente considerado solo

Si se efectúa por conducto de ventilación horizontal, se debe conservar una pendiente ascendente del 4% hacia el interior, de longitud menor a 3m y emplazada a no más de 30cm del nivel de piso interior.

La evacuación de los productos de combustión es a través de conductos que dan salida al exterior a los gases generados.

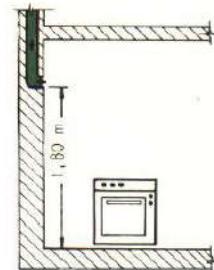
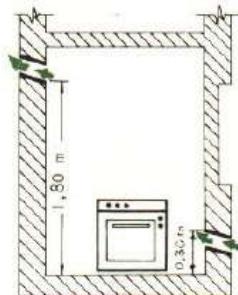
- Sistemas para artefactos no conectados a conductos (cocinas, estufas de rayos infrarrojos):

Es obligatorio prever dos aberturas en el local, una de ingreso y una preferentemente opuesta para salida de los gases. La de entrada será inferior, a 30cm del nivel de piso, y la de salida será superior a no menos de 1,80m de nivel de piso y a no más de 1m del cielorraso o techo.

Los conductos de salida de aire viciado tendrán mínimo las siguientes dimensiones:

TABLA 7.5.1 -Abertura para la evacuación de los productos de combustión	
	Sección libre de los pasajes de productos de combustión a través de paredes exteriores en cm ²
COCINAS (1)	
Que solo contiene artefactos de cocción	100 cm ²
Que contienen otros artefactos no conectados a conducto de ventilación (excepto los del tipo infrarrojo) además de los de cocción.	150 cm ²
OTROS LOCALES	
En otros locales (lavadero, despensa) un solo artefacto sin conducto de ventilación (no aplicable a los del tipo infrarrojo)	50 cm ²
y hasta 40.000 kcal/h (168.000 kJ/h)	
Conjunto de artefactos sin conducto de ventilación (no aplicable a los del tipo infrarrojo)	150 cm ²

(1) Entiendese por cocina todo local donde se halla permanentemente instalado un artefacto de cocción.

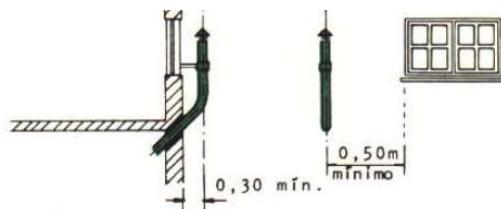
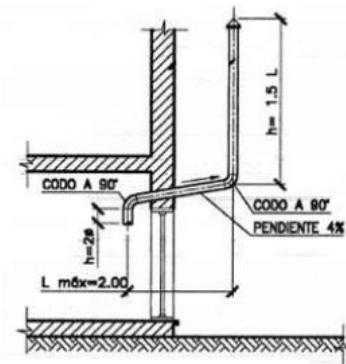


- Sistemas conectados a conductos individuales: Para artefactos de cámara estanca – cámara abierta – tiro mecánico (tiraje producido por ventiladores).

Los conductos deberán ser continuos, no permitiendo la fuga de gases, con emplazamiento vertical y con interior liso.

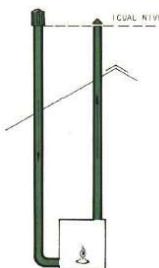
Para artefactos de cámara abierta, puede construirse con un material resistente, estanco y resistente a la oxidación y corrosión, con interior liso. El área del conducto debe ser igual al área transversal de la boca de salida del artefacto, sin reducciones. Si se requieren desvíos o tramos horizontales, el tramo posterior vertical debe ser 1,5 veces más largo que la proyección horizontal de dicho desvío, que no puede ser mayor a 2m y tiene que tener pendiente mínima 4%. La terminación del conducto de evacuación debe tener un remate tipo sombrerete, acorde a los requerimientos, que garantice la evacuación y el arrastre de los gases y evite el retroceso.

El remate a los 4 vientos debe sobresalir mínimo 30cm de cualquier superficie, separado 30cm de la pared y mínimo 50cm de cualquier ventana o abertura.



Para artefactos de cámara estanca con conductos horizontales, los conductos no pueden tener desviaciones que requieran curvas. El sombrerete debe instalarse a más de 50cm de toda abertura.

Para artefactos de cámara estanca con conductos verticales en "U", se cuenta con dos conductos separados: uno para toma de aire y otro para evacuación de gases, ambos rematando a los 4 vientos. Deben ser del mismo diámetro que las bocas de conexión, con instalación preferentemente vertical y desvío máximo 30cm del eje y curvas a 45° en caso de haber obstáculos. Remate a los 4 vientos sobre pasando en 30cm todo parapeto que haya en un radio de 1m, rematando al mismo nivel. Se usa en casas de una planta o el último piso de edificios.



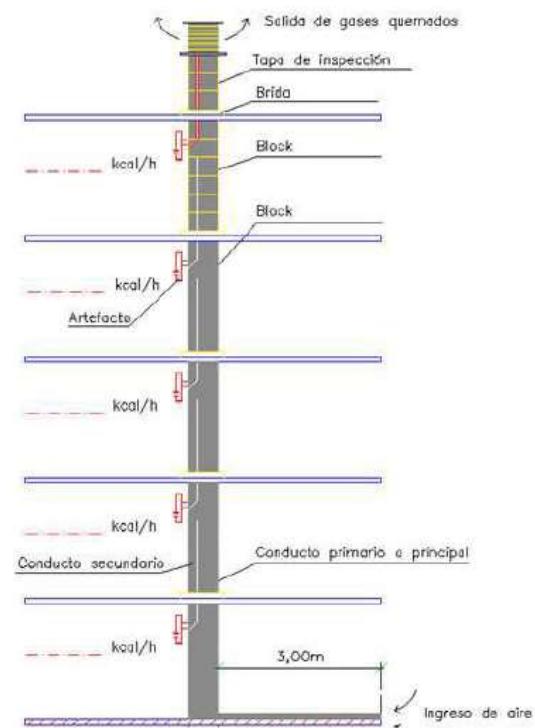
- Sistemas conectados a conductos colectivos: para artefactos de cámara abierta (conducto único) – cámara estanca.

Es un conducto instalado en un edificio de varias plantas que evacúa los productos de combustión de un artefacto (eventualmente dos) de cámara abierta, por piso, a través de ramales secundarios. Remata a los 4 vientos.

Solo se aplica en artefactos que tengan válvula de seguridad (cierre completo del suministro ante la desaparición de la llama). Los gases ingresan al conducto principal por conductos secundarios a la altura de cada piso, que son individuales de cada artefacto (máximo 2 conductos secundarios por piso). Los artefactos no pueden estar en baños, dormitorios ni ambientes únicos.

Máximo para 8 pisos consecutivos, o 5 pisos cuando se conecten calentadores de ambiente. Los conductos secundarios del último piso desembocan directo en el sombrerete que es del tipo aspirador estático.

El conducto principal comienza por debajo del nivel del piso del ambiente que tenga el artefacto más bajo. Tendrá una abertura mínima de 100cm².



❖ DIMENSIONAMIENTO DE LA CAÑERÍA INTERNA: Desde el medidor hacia los artefactos

3 formas:

- Si considerar la longitud equivalente: se aplica cuando el caudal que circula por una cañería del diámetro determinado sea similar al caudal requerido por los artefactos.
- Considerando la longitud equivalente: se le asigna a cada artefacto una longitud de cañería equivalente que genera las mismas pérdidas por rozamiento.
- fórmula de Dr. Poole:

$$d = f \left(Q \left[\frac{m^3}{s} \right]; \delta_{gas}; L[m]; PA \text{ y } PB \right)$$

PA y PB: presión en la entrada y en la salida del gas o pérdida de carga "h".

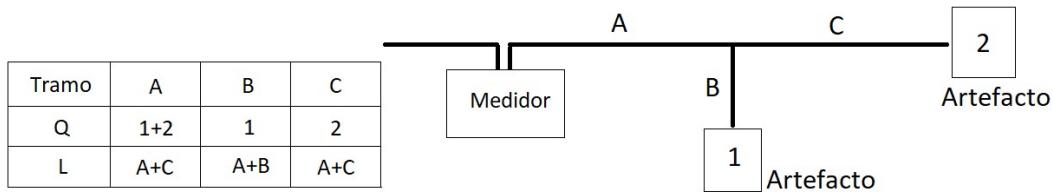
El procedimiento de diseño según la NAG 200 es:

1) Calcular el caudal:

$$Q \left[\frac{m^3}{s} \right] = \frac{\text{consumo} \left[\frac{kcal}{h} \right]}{\text{poder calorífico} \left[\frac{kcal}{m^3} \right]}$$

Siendo para gas natural aprox. 9000 kcal/m³.

2) Considerando un factor de simultaneidad = 1, se determinan los caudales que circulan por cada tramo, y se toma la longitud con la cual dimensionar como el mayor recorrido que hace el gas para llegar a ese tramo:



3) Se ingresa a una tabla con el caudal Q [lts/h] y la longitud L [m] que están hechas para una densidad del gas de $\delta=0.65$ y una pérdida de carga de 10mm máxima admisible.

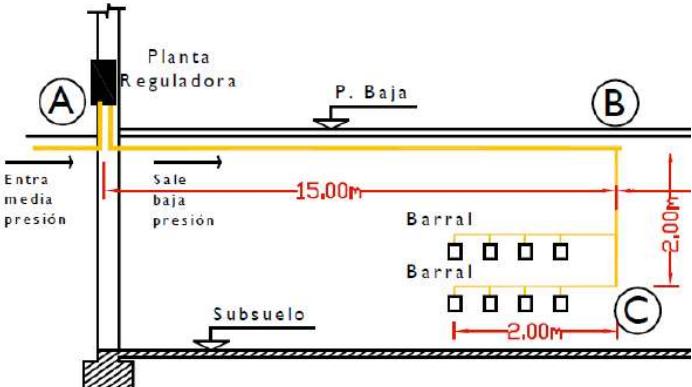
4) Se calcula la longitud equivalente de los accesorios y se repite el procedimiento para obtener el diámetro de las cañerías. Sólo difieren de los anteriores cuando el caudal de cálculo sea muy similar al requerido.

❖ **DIMENSIONAMIENTO DE LA PROLONGACIÓN DOMICILIARIA:** Desde 20cm fuera de la línea municipal hasta los medidores.

Se tiene una tabla del diámetro de la prolongación en función de la cantidad de medidores y la longitud de la prolongación hasta el barral más alejado. Las tablas están hechas para una densidad del gas de $\delta=0.65$ y una pérdida de carga de 10mm máxima admisible.

Si se deben adoptar los barrales, se debe considerar que no se pueden colocar más de 4 barrales. La distancia vertical entre ellos y hasta el nivel de piso terminado es de 55cm y la separación entre medidores de un mismo barral es de 38.5cm.

El 1er tramo hasta el regulador (media presión) se dimensiona para el caudal total del edificio, según su longitud y de tabla según la presión.



El 2do tramo (baja presión) se dimensiona con la longitud (15m+2m) y la cantidad de medidores (8) con una segunda tabla. El montante también se dimensiona para esa longitud y cantidad de medidores.

Los barrales se dimensionan considerando la longitud desde el regulador hasta el medidor más alejado (15m+2m+2m) y se obtiene su diámetro de tabla, considerando el número de medidores del barral (4).

❖ **INSTALACIONES DE GAS ENVASADO EN ZONAS SIN REDES DE DISTRIBUCIÓN**
GAS LICUADO DE PETRÓLEO – GAS ENVASADO

El GLP es un producto compuesto por propano, butano o una mezcla de ambos. Se utiliza en zonas donde no existen redes de distribución de gas natural.

Tiene alto riesgo porque cuando el gas licuado se fuga a la atmósfera, vaporiza y se mezcla con el aire, formando nubes inflamables y explosivas, susceptibles a incendio ante exposición a una fuente de ignición. El gas envasado es más pesado que el aire, por lo que ocupa la parte inferior de los locales. Se recomienda el almacenamiento a la intemperie o lugares con buena ventilación.

Máxima exposición permisible: 1000 partes de GLP por cada 1000ppm de aire, sobre un turno de trabajo de 8 horas.

Medios de extinción: se usa un matafuego de polvo químico seco.

Es gaseoso a presión atmosférica y temperatura ambiente. Se debe someter a presión para que sea líquido a temperatura ambiente (2atm para el butano y 8atm para el propano). La gasificación se produce aprovechando los bajos puntos de ebullición, por lo que el cilindro toma calor del ambiente para gasificar.

Consumos domiciliarios

- Garrafas 10-15kg
- Cilindros 30-45kg
- Zepelines 0.5-7m³

Existen dos tipos de GLP comerciales: “Propano” (G1, tiene máximo 30% de butano. Densidad 1,52 kg/m³, poder calorífico 22400kcal/m³) y “Butano” (G3, tiene máximo 50% de propano. Densidad 1,9 kg/m³, poder calorífico 27800kcal/m³).

Gas Grado 1: es seco, por lo que las instalaciones domiciliarias no necesitan pendientes ni sifones. Se distribuye en cilindros, líquido. La presión dentro del cilindro depende de la temperatura ambiente, por lo que se utiliza a la salida un regulador de presión que la reduce a 280mmca.

Para la combustión de 1m³ de gas, se requieren 24m³ de aire

Gas Grado 3: se distribuye licuado, en garrafas de acero. Gasifica menos que el grado 1, por lo que no se aconseja utilizarlo para calefones porque hay momentos en que no puede suministrar todo el gas requerido.

Para la combustión de 1m³ de gas, se requieren 30m³ de aire

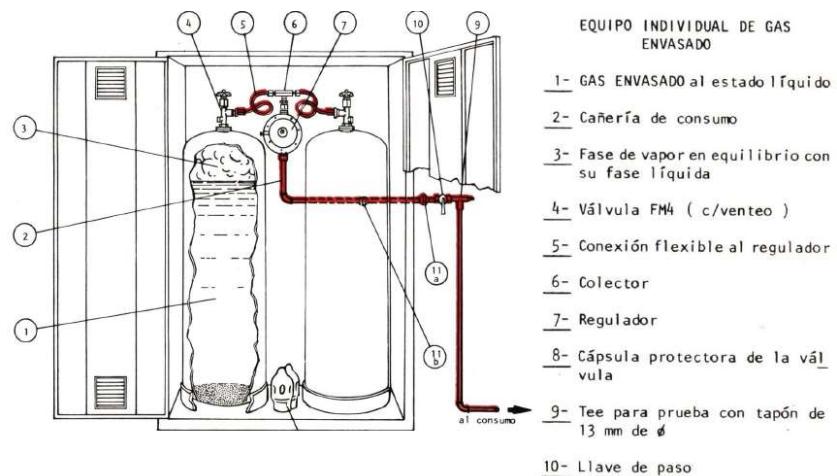
Equipo individual envasado - G1:

- Consiste de 2 cilindros (uno de reserva) y un regulador de presión a la salida de los mismos. Después una cañería de alimentación con una llave de paso que aísla la instalación y un Te de prueba que permite comprobar la hermeticidad.
- Funcionamiento del regulador: cuando se abre una llave de gas, se produce presión sobre un diafragma y el resorte abre la válvula de admisión, el gas pasa y aumenta la presión, por lo que la válvula tiende a cerrarse, pero pasa el gas con la presión necesaria.
- Instalación protegida con una válvula de seguridad ante cualquier exceso de presión
- Caudal aprox. 6m³/h, suficiente para los artefactos domésticos comunes.

- No se puede ubicar en subsuelos por posibles fugas de gas, que se acumularía. Debe estar en lugares descubiertos, al aire libre, con mínimo 80cm libres al frente. A menos 6m² libres por equipo en el sector donde se instalen. Máximo a 1,50m del nivel de la acera. Se requiere un camino libre de acceso para transportar los cilindros.

- Alejado al menos 2m de fuegos abiertos y de artefactos eléctricos.

- Se ubican en un gabinete incombustible. Medidas interiores mínimas: 90cm de ancho, 50cm de fondo, 1.45m de alto. Puertas metálicas de cierre rápido y fácil manejo, con ventilación inferior y superior.

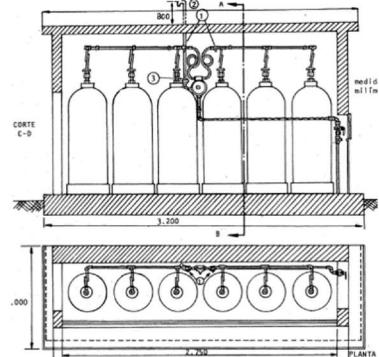


Batería de cilindros G1:

Cuando el consumo horario efectivo de los artefactos instalados sea mayor al caudal que suministra un equipo individual y de la frecuencia de renovación, se coloca una batería de cilindros (conjunto de 2 cilindros, uno en reserva) colocados en un mismo recinto.

Los cilindros estarán interconectados, distanciados 60cm entre sí, protegidos por un recinto incombustible, cerrado y techado, con una parte inferior de alambre tejido en al menos dos de sus lados.

- Si se ubican varios equipos en un mismo espacio, se establece un cielo abierto de 6m² para el primero y 4m² para los adicionales.



❖ GAS A GRANEL – ZEPPELIN

YPF suministra gas a los zeppelines en zonas donde no hay redes. Son tanques fijos (bajo tierra o sobre nivel del suelo) y recargables que se conectan a tuberías aéreas o subterráneas y suministran gas a los usuarios. Deben tener una puesta a tierra. Según las disponibilidades zonales, se puede cargar butano o propano y se estima que la reposición se realiza cada más de 30 días, considerando 15 de reserva (espera total 45).

Se estima que 20 m³ de gas equivalen a 100 dm³ de capacidad o 100 litros de agua. Si el usuario necesitas 10 m³/día, para 45 días se necesitan $450 \text{ m}^3 \text{ de gas} \times 100 / 20 = 2.250 \text{ dm}^3 = 2.250 \text{ litros}$.

Los camiones que los cargan requieren un lugar mínimo para ubicarse y maniobrar y quedar a 3m. También hay distancias mínimas a fuego abierto, aberturas y entre tanques.

Dos formas de obtención:

- Individual: cada vivienda tiene un tanque acorde a su consumo

- Colectiva: se instala un gran grupo para un barrio por cañerías subterráneas (a futuro pueden ser abastecidas por gas natural)

PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

Los sistemas de seguridad contra incendios se componen del conjunto de condiciones generales y específicas de protección activa y pasiva con la que se dota a los edificios, estructuras y locales con la finalidad de lograr el mayor grado de seguridad posible, frente a posibles incendios.

Normativa aplicable: Código de la Edificación vigente.

Objetivos:

- Reducir al máximo la gestación de incendios y facilitar su control
- Facilitar la evacuación de los ocupantes en caso de incendio
- Permitir la permanencia segura de los ocupantes hasta su evacuación
- Evitar la propagación del fuego, humos y gases tóxicos al resto del edificio y a los linderos
- Facilitar el acceso y la acción del personal del cuerpo de bomberos para la extinción

Las condiciones a proyectar son:

- Resistencia al fuego de los materiales
- Capacidad de los materiales para reducir la propagación del fuego
- Control de la generación de gases tóxicos, corrosivos y humos opacos
- Detección temprana de los procesos de ignición
- Existencia de medios de salida seguros extinción y rescate

La **resistencia al fuego “FR-N°”** es el tiempo, medido en minutos, que un material o estructura puede resistir el fuego, conforme a las normas establecidas o los resultados obtenidos por medio de ensayos.

❖ PROTECCIÓN PREVENTIVA - Prevención

Evitar la gestación del incendio, mediante el estudio y reglamentación de todos los elementos e instalaciones que puedan ser susceptibles de originar un incendio. Colocar adecuadas aislaciones y cumplir con la normativa en las instalaciones contra incendios.

Colocar sistemas de detección que suelen estar conectados a un sistema de extinción y dan alarma del lugar donde se produce el foco de fuego.

- Los detectores térmicos pueden ser de temperatura fija o para un aumento anormal de temperatura o combinados.
- Detectores de humo que reaccionan frente a los productos de combustión (por ionización o fotoeléctricos)
- Detectores de llama que reaccionan frente a la radiación de calor emanado.

• PROTECCIÓN PASIVA - Estructural

Se asocia a impedir o limitar la propagación del incendio. Son requerimientos basados en características propias del edificio, dadas por el diseño y su correcta materialización.

- Materiales de revestimiento interior con reacción al fuego acorde a su ubicación (pared, piso, techo)
- Elementos constructivos que sean límites físicos de sectores de incendio deben tener una resistencia al fuego acorde

Puertas y ventanas que separan sectores de incendio en un edificio, deben tener resistencia al fuego del mismo rango que el exigido para el sector. Su cierre debe ser automático y aprobado. No aplica a aberturas que comunican el sector de incendio con el exterior del inmueble, que no tienen requerimientos.

Cajas de ascensores y montacargas tendrán muros de resistencia al fuego correspondiente y puertas de resistencia al fuego no menor al rango exigido, con cierre de doble contacto y cierra puertas aprobado

Salas de máquinas o similares deben tener puertas de resistencia mínima F60 y abrir hacia el exterior, con cierre automático y doble contacto. Tendrán extintor. Aplica la normativa exigida por las empresas prestadoras de los servicios que se encuentren en el local.

Sótanos con superficie en planta $\geq 65 \text{ m}^2$ deben tener aberturas de ataque aprobadas, en el techo o muros de cerramiento cuando el techo se encuentre a mayor altura que el solado exterior. El acceso será de forma tal que la caja de escaleras sea independiente o con una discontinuidad en planta baja del recorrido de escalera que sirve a los pisos superiores

Subsuelos de edificios de pisos altos, no pueden tener acceso directo al ascensor sino a través de una antecámara o espacio previo con puertas de cierre automático de doble contacto y resistencia al fuego acorde.

Prohibido colocar medidores de gas o sala de medidores o tendido de cañerías en plenos sobre el hall, palieres, circulaciones, cajas de escalera y/o todo medio de salida utilizado para la evacuación. Los locales con medidores de gas estarán en lugares de fácil acceso, ventilados y lejos de dispositivos que emitan chispas.

En pases de instalaciones donde se vinculen sectores de incendio, se deberá proteger con selladores resistentes al fuego de igual rango al de los muros.

A menos de 5m de la línea oficial, en el nivel de acceso, existirán elementos que permitan el corte del suministro de gas, electricidad y cualquier fluido inflamable. Los elementos estarán identificados y serán de fácil acceso. Los sistemas afectados a la detección, extinción y evacuación de humos y gases deben tener líneas eléctricas especiales e independientes de dicho corte.

Edificios de $> 2500\text{m}^2$ deben tener un sistema de detección de incendio

Edificios de $> 25\text{m}$ de altura, deben tener por lo menos un ascensor aprobado con características contra incendio.

La fachada entre dos sectores de incendio debe ser al menos FR60 en una franja de 1m de altura mínimo, medida sobre el plano de fachada (para limitar el riesgo de propagación vertical). Si hubiera elementos salientes aptos para impedir el paso de la llama, se puede reducir dicha altura.

Medios de salida – Evacuación

Los medios de salida consisten de puertas, escaleras, rampas y salidas horizontales. Las salidas deben distribuirse alejadas unas de otras y las que sirvan a un piso deben contribuir a su rápida evacuación. La línea natural de libre trayectoria debe ser a través de pasos comunes y no tener interferencias por locales de uso diferenciado. Un sector de incendio no puede utilizar como medio de salida parte de otro sector de incendio.

Si existieran desniveles en los recorridos de circulación en edificios de asistencia masiva de público, se deben salvar con escaleras o rampas según lo estipulado por el código.

Las salidas exigidas no pueden ser obstruidas ni reducidas en su ancho. Su amplitud debe calcularse de forma tal que se pueda evacuar en simultáneo a todos los locales que desembocan en la misma. Si un medio de salida exigido se superpone con una entrada/salida de vehículos, se acumulan los anchos exigidos. Esto no se exige en una sola unidad de vivienda.

Las puertas o paneles fijos de vidrio pueden ser elementos principales de medios de salida siempre que el vidrio tenga espesor adecuado y sea inastillable. Las puertas deben estar identificadas por herrajes y elementos de identificación aprobados. Los paneles fijos deberán tener objetos (canteros, barandas) en su parte inferior que indiquen que no es un lugar de paso.

Los locales frente a la vía pública o de planta baja, que tengan ocupación > 300 personas y algún punto diste >40m de la salida, deberán tener al menos dos medios de salida a menos que se demuestre disponer de una segunda salida fácil de acceder. Se puede usar como segunda salida la que sirve a pisos altos siempre que sea por vestíbulo principal del edificio.

Los locales interiores con ocupación >300 personas deben tener al menos dos puertas, alejadas entre sí, que lleven a la salida exigida. La evacuación debe ser a través de pasos que cumplan las características constructivas de resistencia al fuego (mínimo FR30).

Edificios > 600 m² deben tener dos escaleras ubicadas como vías alternativas de escape, donde una puede ser auxiliar exterior y no requiere formar la caja de escalera mientras se garantice la no contaminación de la misma.

La distancia máxima desde un punto de local en planta baja a una puerta exigida, a través de la línea de libre trayectoria, es de 40m. Todo punto de un piso alto no debe estar a más de 30m del medio de salida y, en sótanos, se toman 15m.

El ancho acumulado mínimo de puertas de un local que da a un paso general, otro medio de salida o vía pública, debe ser mínimo 90cm para ocupación ≤ 50 personas y 0,15m adicionales para las 50 personas adicionales. Las puertas deben abrir a un descanso antes de las escaleras. La altura mínima de paso es de 2m.

Vías de Escape

Se definen las dimensiones y cantidad de vías de escape en función de la ocupación de cada local. Las normas dan valores estimativos del **factor de ocupación** (Dec. 351/79) que es el número teórico de personas que pueden ser acomodadas sobre la superficie de piso. Es una proporción de personas por m² del local, según el uso. El propietario solo declara el número de ocupantes en el caso de edificios industriales, donde se puede tomar el número de personas que trabajan.

La **superficie de piso** se define como el área total de un piso comprendido dentro de las paredes exteriores, menos las superficies ocupadas por los medios de escape y locales sanitarios y otros locales de uso común.

$$N^{\circ} \text{ personas teórico} = \frac{\text{Superficie de piso}}{N^{\circ} \text{ de ocupación}}$$

$$= \max\left(\frac{S}{f_o}; \frac{S}{C_o}\right)$$

Según el Código de Edificación, el **coeficiente de ocupación** se define análogo al factor, pero el código da otros valores según el uso de los locales.

La cantidad de ocupantes que surjan del cómputo debe considerarse como un promedio de la ocupación del edificio (teórico). La diferencia entre la ocupación teórica y la real por local estará limitada por las condiciones de habitabilidad y seguridad (se dimensiona para la condición más desfavorable).

En edificios de uso diverso, los medios exigidos deben calcularse de forma acumulada para que los usos que no son habituales se sumen a la población permanente, excepto que se garantice que las actividades se desarrollan en horarios diferentes.

Existen documentos técnicos que tratan las dimensiones de las vías de escape. Las normas establecen el “Método por tránsito” o el “Método por capacidad”. Se debe considerar que se pueda evacuar de forma segura, en los tiempos establecidos.

- **Método de tránsito o caudal:** estima la evacuación de un edificio dentro de un período máximo de tiempo. Aplicable a locales de concurrencia pública y centros de enseñanza, donde los ocupantes tienen capacidad de reacción y buena condición física.

De norma, el ancho de la vía de escape queda definido con la determinación del ancho de salida (tamaño mínimo). La unidad de ancho de salida es el espacio requerido para que las personas puedan pasar en una sola fila:

$$n = N/100$$

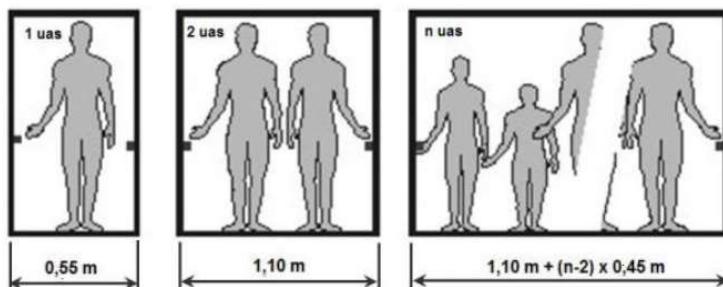
Donde:

n = unidades de anchos de salida.

N = número total de personas a ser evacuadas (Conocido o determinado en base al factor de ocupación)

100 = Constante = 40 personas que evacuan por uas a una velocidad de 2,5 m/seg.

Se calcula para cada sector a ser evacuado y, en pasillos a los que confluyen varios sectores, se calcula en base a la cantidad de personas que ingresan. Se tienen valores de anchos mínimos permitidos según si son edificios existentes o nuevos, y el número de unidades a evacuar.



Ejemplos:

Sala de baile de 400 m² de superficie de piso:

✓ Decreto 351/79

Factor de ocupación = 1 m²/personas

Total personas = 400.

✓ Código de la Edificación

Coeficiente de ocupación = 0,5 m²/persona

Total personas = 800.

Se debe adoptar un valor de ocupación de 800 personas.

- Método de la capacidad: supone que las escaleras pueden albergar a todos los ocupantes del edificio. Supone que son una zona protegida y que la evacuación puede realizarse posteriormente de forma más lenta y en función de las posibilidades físicas de cada persona. Aplicable a edificios de gran altura, hospitales.

Este método es exigido por el Código de Edificación para el diseño de escaleras protegidas. La planta de la escalera se calcula considerando $0,25m^2$ por persona. Cuando el número de ocupantes por piso sea > 80 personas, se pueden acomodar en rellanos con la misma proporción.

Cuando, por cálculo, correspondan hasta 3 unidades de ancho de salida, es suficiente con un medio de escape.

Para 4 o más, se requiere:

$$N \text{ de medios de escapes y escaleras} = 1 + \frac{n}{4}$$

Caja de Escaleras

Se exige en edificios de 2 o más pisos o viviendas residenciales de más de 12m de altura. En edificios de más de 30m de altura, el acceso a la caja de escalera debe ser a través de una antecámara, que tenga mecanismos de cierre automático en todos los niveles y puertas de doble contacto que abran en sentido de evacuación, sin invadir el ancho de paso. Las puertas no deben tener trabas ni cerraduras, para permitir el ingreso y egreso, pudiendo utilizar barral anti-pánico.

Las puertas de salida deben abrir en el sentido de circulación para permitir la evacuación y las que protegen la vía de escape deben ser de doble contacto, con cierre automático y mínimo FR30 (o mínimo el rango de FR de los muros de la caja de escalera). Las bisagras son fundamentales para la fácil apertura.

Las escaleras deben conducir de forma continua por los pisos, quedando interrumpida en planta baja, donde comunica con la vía pública. El material de la escalera debe ser incombustible.

La caja debe estar libre de obstáculos y no se permite a través de ella el acceso a ningún tipo de servicio. Debe estar señalizada e iluminada (y con iluminación de emergencia). Debe tener un sistema que impida el ingreso y permanencia de gases. Las paredes y puertas tendrán resistencia al fuego acorde.

Sector de Incendio

Se define al local de un edificio separado de otros por elementos constructivos delimitadores resistentes al fuego, comunicado con un medio de escape seguro y en cuyo interior se puede confinar el incendio para evitar o retardar su propagación.

La resistencia al fuego de elementos estructurales depende del material.

	MADERA	HIERRO ACERO	HORMIGÓN ARMADO
RESISTENCIA AL FUEGO SIN PROTECCIÓN	Muy Baja	Baja	Alta
COMBUSTIBILIDAD	Alta	Ninguna	Ninguna
CONTRIBUCIÓN A LA CARGA DE FUEGO	Alta	Ninguna	Ninguna
CONDUTIVIDAD DEL CALOR	Baja	Muy Alta	Muy Alta
INCORPORA PROTECCIÓN FREnte AL INCENDIO	Muy Baja	Baja	Alta
POSIBILIDAD DE REPARACIÓN DESPUÉS DEL INCENDIO	Ninguna	Baja	Alta
PROTECCIÓN DE PERSONAS DURANTE LA EVACUACIÓN Y DE INTERVENCIÓN DE LOS BOMBEROS	Baja	Baja	Alta

La resistencia al fuego de los elementos de sectorización categoriza a los elementos de construcción que tengan una cierta capacidad de resistir el fuego. Deben garantizar:

- Capacidad portante: no derrumbarse
- Ausencia de emisión de gases y humos
- Estanqueidad: no debe dejar pasar llamas, vapores ni gases.
- Aislación térmica: no debe dejar pasar el calor por encima de ciertos límites

Se dan valores de referencia de la resistencia al fuego de muros y tabiques de mampuestos. Para que sean válidos, el sistema debe contar con un informe de ensayo de resistencia al fuego de los ladrillos y se debe respetar la proporción de la mezcla de asiento y los espesores de revoques. FR 180 – FR 240 (que sean ladrillos huecos de gran espesor ayuda)

Se dan valores de referencia de la resistencia al fuego de muros y tabiques de yeso. Para que sean válidos, el sistema debe contar con un informe técnico del ensayo y asesoramiento del fabricante. FR 30 – FR 120 (sirve que tengan mayor espesor, con doble placa y tratamiento ignífugo)

Las carpinterías de protección contra incendio permiten completar la sectorización de los espacios. El INTI publica un listado de productos resistentes al fuego, clasificados. Se debe requerir la certificación y los informes técnicos de ensayos. Deben garantizar la estabilidad mecánica (materiales resistentes), aislamiento térmico y estanqueidad a las llamas.

Sistema de Control de Humos

Presurización: en cajas de escaleras, permite eliminar las antecámaras como sustitución de otra medida de protección pasiva. El sistema debe funcionar correctamente cuando sea requerido, para lo que tiene que estar bien calculado, verificado y mantenerse en el tiempo. Principios básicos:

- El flujo de aire puede controlar el movimiento del humo si el promedio de la velocidad tiene suficiente magnitud
- Una presión diferencial puede actuar como barrera para el control del movimiento de humos.

La escalera puede cumplir con su objetivo de proteger a los ocupantes hasta su escape, aunque penetre en ella una cierta cantidad de humo. Se establecen al menos dos situaciones que se pueden presentar en un incendio
a) Con todas las puertas de la vía de evacuación cerradas, se debe mantener una presión diferencial de 50Pa entre la vía protegida y las zonas no presurizadas. Se considera una presión adicional en caso de considerar un cierto número de puertas abiertas.

b) Al abrirse alguna puerta en la planta afectada por el incendio, se debe disponer de un caudal de aire a través de la misma que evite el ingreso de humo en la vía de evacuación, por lo que se exige una velocidad de paso de aire (0,75m/s en sistemas de evacuación de personas y 2 m/s para intervención de bomberos). También depende del número de puertas abiertas.

La selección del sistema de presurización (clases A a F) determina el caudal de diseño de la instalación, que afectará a todas las unidades del sistema (ventilación, conductos, unidades de impulsión, sistemas de extracción de aire). Generalmente se usa un sistema de control del caudal de aire impulsado a través de un sistema de control de la presión diferencial en la escalera que, si se abre una puerta, mide una caída de presión y el sistema de regulación aporta el caudal de diseño hasta restituir la condición.

El sistema de extracción del aire se puede realizar por aireadores en la fachada del edificio (aberturas en la planta afectada por el incendio), por patios verticales de ventilación del edificio y por extracción mecánica por un conducto vertical.

Sistema evacuador de humos y gases: “Palier Protegido” (no tiene un sustento teórico que garantice que los gases no ingresen a la caja). Consiste de un conducto de extracción de humos y gases, cuyas dimensiones condicionan al resto de los conductos. Capta los humos para asegurar un tiempo predeterminado para la evacuación, enviando los humos a un colector que los conduce hacia un remate a los cuatro vientos, que se ubicará a 50cm por encima de cualquier otro remate o 70cm del último piso intransitable. Un conducto de inyección de aire (de igual sección a la del conducto de evacuación) permite asegurar el tiraje permanente del sistema para producir el arrastre de humos y gases. La correspondiente captación de aire limpio se colocará por debajo del cielorraso de planta baja.

1. Determinación del volumen de humos y gases
1/3 de la altura libre y 1/4 de la superficie del sector
2. Determinación del caudal del conducto de extracción ($Q=Vol/T$)
T depende del uso del edificio (5 a 10 min)
3. Determinación de la superficie de extracción ($S=Q/Vel$)
4. Determinación de la superficie de inyección de aire ($S = \text{extracción}$)
5. Dimensionamiento del colector de extracción de humos y gases (4.S)

Mínimo: inyección y extracción: 20cmx20xm – Colector: 40cmx40cm

- **PROTECCIÓN ACTIVA - Extinción**

Se asocia a la extinción del incendio. Es el conjunto de exigencias destinadas a suministrar los medios que faciliten la extinción de un incendio en sus distintas etapas.

- A partir del segundo subsuelo (inclusive) y hacia abajo, se requieren sistemas de extinción automáticos que cubran toda la superficie, excepto en salas de máquinas y equipos técnicos que no puedan ser extinguídos con agua. Se debe proyectar el sistema de extinción apropiado en esos casos.
- Toda pileta de natación o estanque de agua, excepto el de incendio y reserva sanitaria, de $> 30m^3$, cuyo fondo se encuentre sobre el nivel oficial del predio, debe equiparse con una cañería que permita tomar caudal desde el frente del inmueble con una llave doble de incendio de aprox. 60mm.
- Todo edificio con instalación fija de incendio debe llevar una boca de impulsión sobre la línea oficial
- En edificios entre 10-47m de altura, la instalación contra incendio se conectará a la reserva sanitaria siempre que sea $> 5m^3$
- Edificios de $> 47m$ de altura, requieren reserva exclusiva de incendio según cálculo, con volumen mínimo $10m^3$ y sistema de extinción automático en las partes comunes, con su reserva de agua exclusiva.

La **combustión** requiere la interacción de 4 componentes: calor (energía de activación) – combustible – comburente (oxígeno) - reacción en cadena.

Clasificación de fuegos:

- A) fuegos de materiales sólidos comunes. Acción: sofocamiento y enfriamiento
- B) fuegos de líquidos combustibles o inflamables. Acción: sofocamiento
- C) Fuegos de equipos eléctricos bajo tensión. Acción: polvos químicos, gases o agentes no conductores
- D) Fuegos de metales particulares. Acción: polvos especiales.

Agentes extintores:

- Agua: gran poder de enfriamiento. Se emplea como lluvia, niebla o chorro compacto.
- Espumas: forman una capa aislante del oxígeno. Pueden ser químicas o mecánicas
- CO₂: anhídrido carbónico, desplaza al oxígeno de la superficie en combustión
- Polvos: sustancias químicas sólidas en estado pulverulento. Se interponen entre el aire y la sustancia en combustión.

Sistemas de Extinción

MATAFUEGOS:

- Todo edificio debe tener un extintor portátil en cada piso, en lugares accesibles, distribuidos no menos de 1 cada 200m².
- Clase ABC en todo el edificio – Clase BC en salas de máquina.
- La distancia de cualquier punto de un predio hasta un extintor ABC debe ser ≤ a 20m de trayecto libre. Los BC(CO₂) ≤ a 15m de trayecto libre, y preferentemente fuera de las salas de máquina pero cerca de sus accesos. No pueden ubicarse en cajas de escaleras ni interiores de antecámaras.



Clase ABC



Clase A

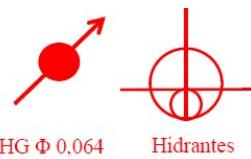


Clase BC

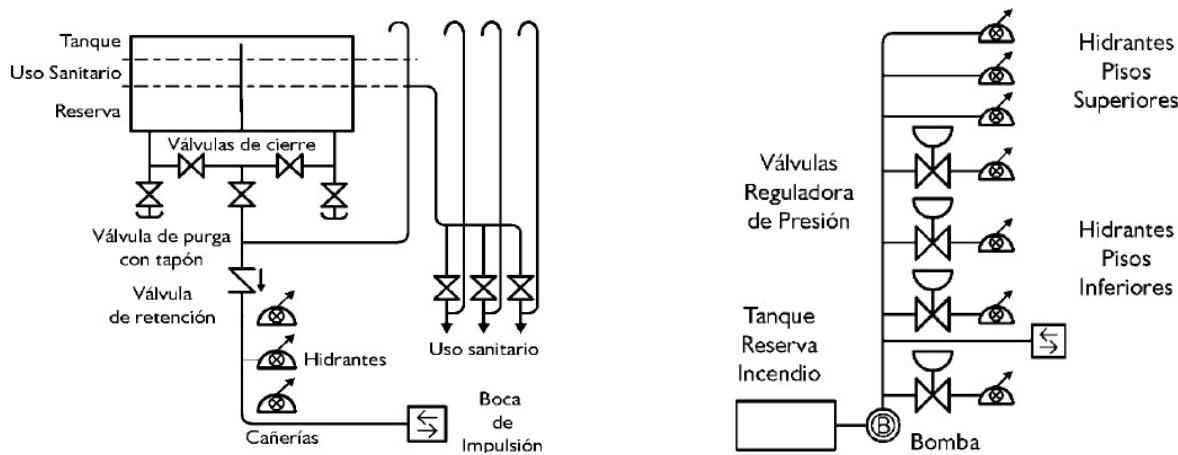
	Agua (A)	Espuma (AB)	Polvo ABC	CO ₂ (BC)	Hidrocarburos halogenados (Halon)
A: Sólidos (papel, madera, carbón, pasto)	SI Muy eficiente	Relativamente eficiente	SI Muy eficiente	Poco Eficiente	SI Eficiente
B: líquidos inflamables (kerosén, nafta, pinturas, aceites, alcoholos)	NO debe usarse	SI Muy eficiente	SI Muy eficiente	SI Eficiente	SI Muy eficiente
C: Energía eléctrica (motores, tableros)	NO debe usarse	NO debe usarse	Eficiente	SI Muy eficiente	SI Muy eficiente

HIDRANTES (establecimientos fijos)

- Reserva de agua de capacidad 10lts por cada 1m² de superficie de piso. Mínimo 10 y máximo 40 m³ por cada 10000m² de superficie cubierta. A mayores superficies, la proporción es de 4lts por m² hasta un total de 80m³ en tanques de al menos 20m³ cada uno.



- Se ubican en zonas comunes de cada planta, con fácil acceso y próximos a los medios de escape. Todos los puntos del sector de incendio se deben alcanzar como mínimo por el desarrollo de una manga de incendio conectada a una de las bocas de extinción instaladas (máximo 2m de distancia desde el punto más alejado de la manga). Uno de los hidrantes debe estar a menos de 3m de los accesos al sector de incendio.
- No se pueden colocar en el interior de cajas de escalera.
- El borde inferior de la boca de válvula de incendio debe estar entre 1-1.20m del piso.
- El número de hidrantes de 44,5mm en cada piso es el cociente entre la longitud de los muros perimetrales [m] dividido 45. Se consideran números enteros. La distancia entre bocas debe ser menor a 40m (manguera de 20m) o 30m (mangueras de 15m).
- El tanque de reserva tendrá una altura suficiente que asegure la presión hidráulica o se colocará un sistema de presurización que garantice una presión mínima de 1kg/cm²



- Se dimensionan las cañerías por el cálculo hidráulico dado por la norma NFPA 14, mediante Hazen-Williams, considerando la pérdida de carga por metro y los coeficientes de rugosidad de la cañería, el caudal a suministrar, el diámetro adoptado y la longitud total.

SISTEMA DE ROCIADORES “SPRINKLER”

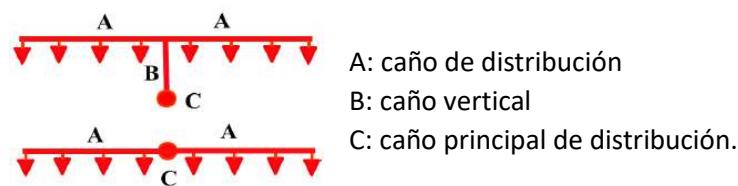
La reserva de agua se realiza por norma NFPA 13. Se considera “Riesgo ordinario Grupo 1” a las ocupaciones donde la combustibilidad es baja, la cantidad de combustibles es baja, la existencia de mercancías combustibles no excede 2,4m de altura y se esperan incendios con índice de liberación de calor moderado.

$$V = D \cdot A \cdot T$$

V: volumen de la reserva – D: densidad mínima de descarga – A: área de cálculo hidráulico – T: duración 60-90min. La ubicación de los rociadores se realiza según norma, respetando superficies de cobertura y distancias máximas y mínimas.

	Sup. Máx. de cobertura	Separación Máx.	Separación Min.
Riesgo Ordinario 1	12m ²	4.6 mts	1.8 mts

Las cañerías se dimensionan en función del número de rociadores a servir y la superficie que cubren en m².



INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Un cuerpo tiene carga eléctrica cuando el conjunto de átomos tiene exceso o defecto de electrones, cuyo flujo se conoce como **corriente eléctrica**.

- La energía eléctrica es la capacidad de un dispositivo eléctrico de realizar un trabajo al transportar corriente eléctrica [KW.h].

- La tensión eléctrica o diferencia de potencial [V] es la diferencia de carga entre el polo positivo y el negativo. Por convención, se considera que la tierra tiene potencial nulo y la tensión de una línea se refiere a la diferencia de potencial respecto a tierra o a otro punto de la red.

- La intensidad de corriente [A] es la energía eléctrica que circula entre dos puntos de un conductor, inversamente proporcional a su resistencia. (Ley de Ohm: $I = V/R$)

- La resistencia eléctrica [Ω] es la resistencia que un conductor ofrece al pasaje de la corriente eléctrica, proporcional a la resistividad del material y su longitud, e inversamente proporcional a la sección del conductor.

- La potencia eléctrica [W] es la velocidad a la que se consume la energía eléctrica en un circuito. En corriente continua, $P = V \cdot I$

($1 \text{ J/s} = 1 \text{ W}$)

La **red eléctrica** está conformada por: centrales eléctricas – estaciones transformadoras – líneas de transmisión – redes de distribución – destino final: usuarios.

La normativa aplicable es:

- Normas AEA: Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en

- Código de Edificación

- Normativa IRAM de materiales.

Red aérea:

- Baja tensión (380/220V): para zonas poco pobladas, se pueden pasar entre columnas de madera, hormigón o metálicas, se utilizan cables pre-ensamblados con aislación y los conductores pueden estar protegidos o no.

- Media tensión (13,2kV): conductores suspendidos con aisladores entre columnas de hormigón, metálicas o de madera.

Red subterránea:

- Baja tensión: para zonas densamente pobladas, se utilizan cables pre-ensamblados y los conductores deben estar protegidos

- Media tensión: los cables se disponen en zanjas con una protección mecánica que impide daños a la aislación y es la disposición dominante en zonas urbanas. Cuando el tendido cruza calzadas o rutas se dispone en el interior de caños de PVC o hierro.

Acometidas domiciliarias:

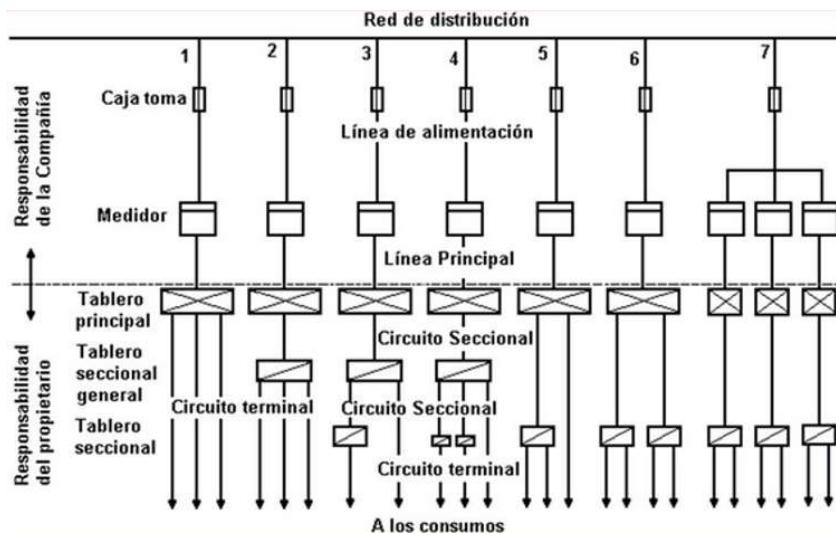
- Baja tensión: disposición constructiva de un pilar, con todas las cajas, gabinetes y canalizaciones de material aislante eléctrico.

- Media tensión: para edificios de grandes demandas ($>330\text{kW}$) o aquellos donde, por su consumo, las empresas distribuidoras soliciten construir una cámara transformadora. Se utilizan cables subterráneos.

Las instalaciones de baja tensión son las de señalización, llamada, alarmas y detectores, como por ej. Un portero eléctrico.

- PROYECTO DE INSTALACIONES

COMPONENTES



La Línea de alimentación está compuesta por la caja de toma, el circuito de alimentación, los medidores, el circuito principal y el tablero principal.

La Línea seccional se compone por el circuito seccional principal, el tablero seccional general (con interruptor termomagnético seccional y una protección diferencial) y el circuito seccional.

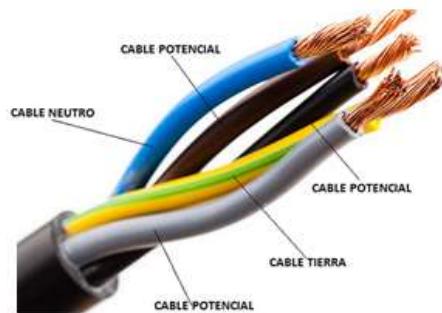
La Línea terminal (dentro de la vivienda) se compone de un tablero seccional monofásico (iluminación y tomas de corriente) o trifásico (bombas, ascensores, calefacción, otros) y circuitos terminales.

- Línea de red de distribución: en baja tensión.
- Caja de toma: posee los fusibles de conexión y es a la cual la empresa prestataria hace su conexión.
- Línea de alimentación de la distribuidora (LAD): Monofásica
- Medidor: Aparato destinado a registrar el consumo de energía eléctrica del domicilio correspondiente.
- Línea principal de la distribuidora (LP)
- Tablero principal (TP): posee un interruptor principal, bipolar (secciona y protege). Se le adiciona un interruptor diferencial (por corriente de fuga).
- Línea o circuito seccional o de distribución.
- Tablero Seccional (TS): alimenta los artefactos eléctricos
- Línea o circuito terminal: una línea para el circuito de tomacorrientes y otra para iluminación, como mínimo

Tablero Principal: Consiste en una caja o gabinete con un interruptor principal de corte de la instalación. Tiene como función la puesta en servicio o corte del mismo, y como protecciones posee un interruptor termomagnético y un disyuntor diferencial.

Conductores: se considera siempre un conductor con su aislación y protección.

- Para instalaciones fijas, se utiliza cobre y PVC.
- Los cables pre-ensamblados tienen 3 fases arrolladas al conductor neutro
- Las aislaciones pueden ser materiales plásticos (PVC) que es termoplástico o polietileno reticulado (XLPE) que es termoestable.



Cañerías: embutidas o a la vista. Finalizan en una caja, boca u otro elemento de transición o terminación.

Accesorios:

- Boca: lugar desde el cual se puede tomar energía eléctrica
- Caja: aloja conductores y puede alojar interruptores.
- Conectores – Uniones – Boquillas y tuercas – Elementos terminales

Canalizaciones: Pueden ser bandejas portacables de acero galvanizado, cables enterrados, piso técnico (elevado 10-15cm), cablecanales, zocaloductos o pisoductos.

Interruptores: Unipolares para viviendas, de combinación, pulsadores, llave conmutadora.

DIMENSIONAMIENTO

Medidores: Se coloca un medidor por cada unidad locataria. Se ubican en áreas comunes, lugares secos con temperatura normal y fácil acceso. Alejados de instalaciones de agua, gas, teléfono. Tendrán una puerta de acceso resistente al fuego, de doble contacto y con apertura hacia afuera. Requieren iluminación artificial

Conductos: se dimensionan en función de:

- Calentamiento admisible del conductor: temperatura límite, intensidad de corriente admisible en régimen permanente y temperaturas máximas admisibles por el material
- Caída de tensión: sección de los conductores en función de si es monofásico o trifásico y según el gradiente de caída.
- Verificación térmica por sobrecargas: intensidad de corriente dentro de los límites dados
- Verificación por cortocircuito: sección nominal de los conductores mayor a un valor dado.4

Cañerías: se adoptan en base a la selección del conductor, con diámetros mínimos, y según la cantidad de conductores por canalización.

SEGURIDAD

Possibles fallas en la instalación:

- Sobrecargas: Las sobrecargas se dan cuando hay circulación de una corriente superior a la nominal o una falla de aislación entre cables. Se deben prever dispositivos de protección para interrumpir la circulación de corriente.

- Cortocircuitos: Un cortocircuito se produce cuando fallan las aislaciones y se tocan cables “pelados”, cuando ocurre una elevación brusca de la intensidad de corriente o cuando hay gran elevación de temperatura. Origina daños en las instalaciones y a las personas, por lo que se debe contar con dispositivos de protección que corten la circulación de corriente en un tiempo mínimo.

- Contacto a masa: se define como masa al conjunto de partes metálicas de los equipos eléctricos y el contacto a masa se da cuando la aislación se destruye y el cable toca al caño metálico, originando una intensidad elevada. La solución es vincular las masas a tierra y aumentar la aislación entre aparatos y personas.

- Círculo abierto: se da cuando el cable se corta y el circuito pierde la continuidad.

Sistemas de protección de la instalación:

- Fusible: un alambre que funciona como eslabón débil de la instalación, rompiéndose ante cortocircuitos o sobrecargas. Debe reemplazarse una vez consumido.
- Llave termomagnética: consiste de dos dispositivos: una parte magnética que se acciona ante cortocircuitos y una parte térmica para las sobrecargas.

La parte térmica se activa ante sobrecarga, abriendo la llave mediante un apilamiento de dos metales con distinto coeficiente de dilatación se flexa ante el aumento de temperatura. La parte magnética es una espira que se separa del punto de contacto ante un cortocircuito en el que la intensidad supera un límite fijado.

Sistemas de protección de las personas: Contra contactos directos - Contra contactos indirectos

- Puesta a tierra: conectar las carcasa de los artefactos eléctricos y elementos metálicos al potencial de tierra, de forma tal que, si una persona toca el artefacto en tensión, no recibe la descarga.
- Interruptor diferencial (disyuntor): si una persona toca la masa, la corriente se descarga a tierra, provocando una diferencia de corriente en las espiras del interruptor que lo abren, protegiendo a las personas de la electrocución.
- Pararrayos: funciona por ionización de rayos. Protege tanto a las personas como a la instalación.

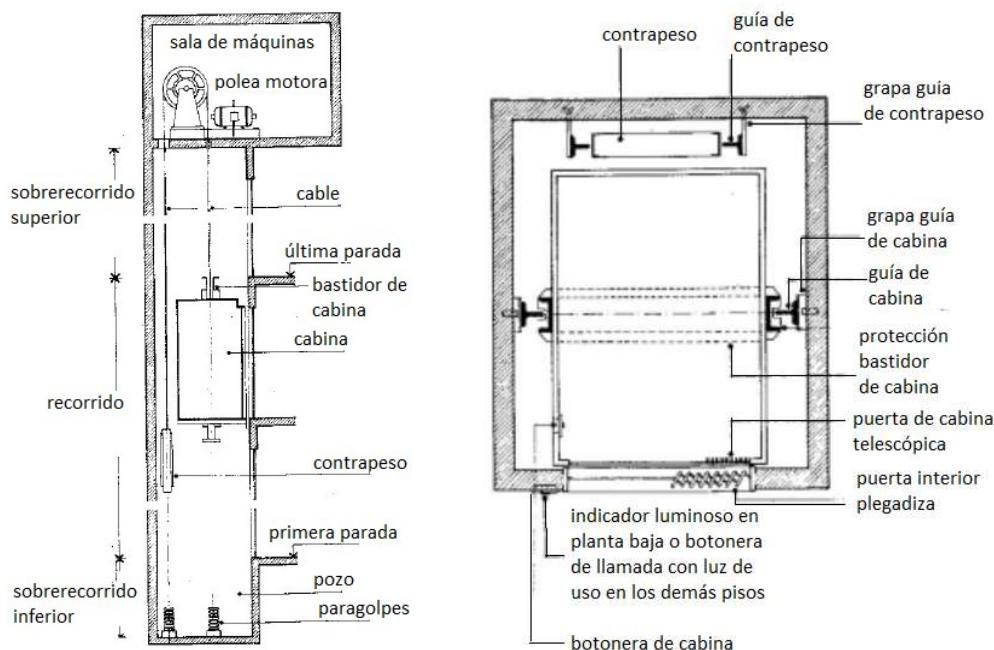
SISTEMAS DE TRANSPORTE VERTICAL

Permiten el transporte de personas y/o elementos entre dos o más niveles. Pueden ser:

- Ascensores – Montacargas – Rampas móviles – Escaleras mecánicas.

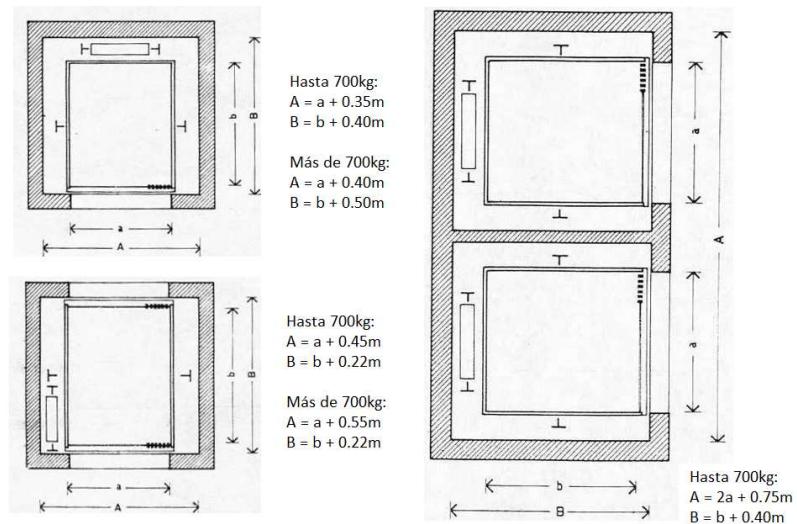
- **ASCENSORES**

- Hidráulicos: funcionan mediante una central oleodinámica, por un pistón que se mueve por presión de aceite.
- Autoportantes (sin sala de máquinas): la máquina de tracción es un conjunto completo que se cuelga en la parte superior del ascensor, dentro del pasadizo.
- Electromecánicos: necesitan una máquina de tracción con un motor eléctrico trifásico en la sala de máquinas, sobre o debajo de la instalación.



Pasadizo: en su interior se desplazan la cabina y el contrapeso del ascensor. Contiene los elementos necesarios para el funcionamiento: grapas; guías (de cabina y de contrapeso); marcos (simple, cajón, unificado); bastidores (de cabina y de contrapeso); contrapeso; cabina; puertas.

Dimensiones y alternativas:



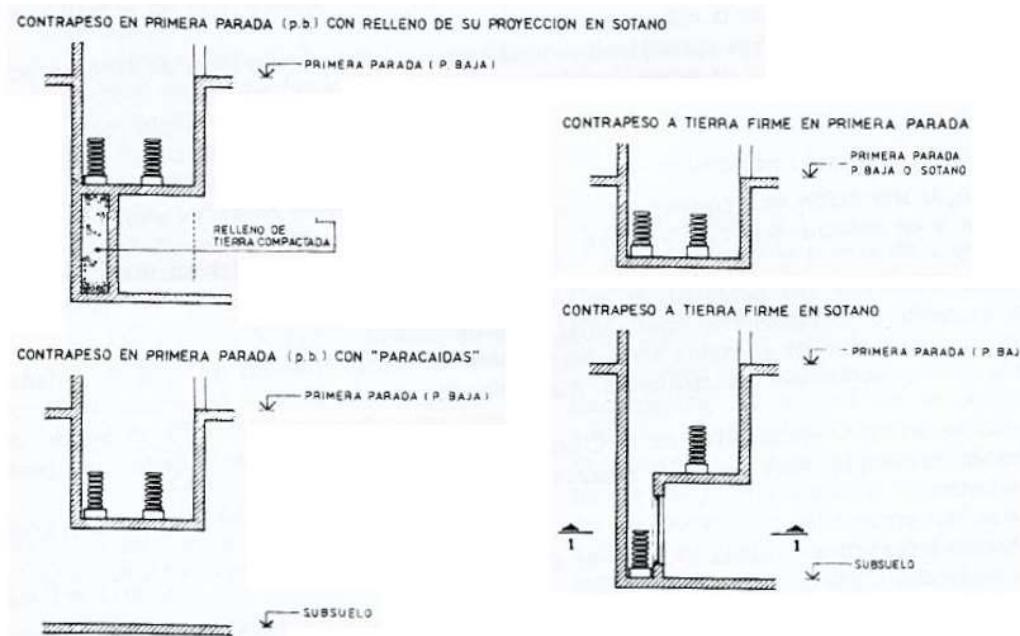
El pasadizo debe ser incombustible y no puede tener canalizaciones ajenas a la instalación. Los claros superior e inferior se determinan según las características técnicas y las velocidades. El tabique divisorio entre ascensores tiene una altura de 2m y pueden haber distintas alternativas constructivas del fondo.

Contrapeso: se calcula:

$$\text{Peso contrapeso} = \text{Peso cabina} + 50\% \text{ Peso ocupantes}$$

Cabina: Debe conformarse por materiales incombustibles, estar ventilada (natural o forzada), iluminada por dos circuitos independientes. Se tienen normas IRAM a cumplir y condiciones especiales para los espejos, cerramientos laterales vidriados, alarma y teléfono interior. Su superficie y dimensiones mínimas están determinadas según la cantidad de ocupantes.

Fondo: Alternativas constructivas:



Sala de Máquinas: Es el local destinado a contener los elementos necesarios para el funcionamiento del ascensor. Contiene al conjunto motriz, el tablero de comando, el regulador de velocidad y el selector de paradas.

Debe ser incombustible, con altura $\geq 2m$, cerramientos no compartidos con tanques, acceso común, puerta de apertura hacia afuera, tener cerradura con llave, ventilación permanente y cruzada (a través del motor), iluminación natural o artificial. Su entrepiso debe calcularse según el peso de máquinas y las cargas dinámicas. Su superficie será en función de la sección de la caja y el tipo de máquinas. Tendrá extintor acorde.

Tablero de comando: proporciona la maniobra del ascensor porque es el conjunto de elementos electromecánicos que permiten controlar el arranque, parada, velocidad, aceleración y sentido de marcha.

Maniobra del ascensor es el sistema que permite el manejo de la cabina según las necesidades:

- Automática de botón simple (hasta 10-12 pisos): el ascensor sigue lo indicado desde el interior o el piso al que lo llaman "sin memoria".
- Automática a botón acumulativa selectiva:

Descendente: asume que la mayoría de las personas van a planta baja, por lo que para en los pisos que llaman al bajar (típico edificio de viviendas)

Ascendente – Descendente: para en todos los pisos al subir y al bajar (típico en oficinas)

Cables: de accionamiento (vincula los bastidores a la polea del conjunto motriz); de regulación de velocidad (vinculan al regulador de velocidad y el paracaídas); de compensación (equilibran el peso de los cables de accionamiento); colgantes.

- **SISTEMAS DE SEGURIDAD**

- Traba electromecánica: hace que el ascensor no se abra hasta llegar al piso y hace que no se mueva hasta que las puertas estén cerradas.
- Cerraduras: de puerta de cabina (eléctrica) y de puerta del rellano (electromecánica)
- Llaves de fin de límite: son indicadores del fin de recorrido y se tienen amortiguadores en la parte inferior para absorber el movimiento en caso de ser sobrepasados.
- Paracaídas: se ubica en la cabina y es accionado por el regulador de velocidad en la sala de máquinas, a través de cables. Puede ser “instantáneo” de detención abrupta cuando la velocidad < 60m/min o “progresivo” de detención gradual cuando la velocidad es mayor.
- Interrupción del circuito
- Timbres y luces de emergencia: se tienen teclas dentro de la cabina para accionar alarmas.

La conservación del sistema implica un mantenimiento mensual (limpieza; lubricación; verificación del funcionamiento de interruptores, cerraduras, alarmas; estado de los cables de accionamiento) y un mantenimiento semestral (constatación de desgaste de todos los cables; limpieza de guías; control de accionamiento de las llaves de fin de límite; prueba del sistema de paracaídas)

- **DIMENSIONAMIENTO:**

La capacidad nominal de carga para la cual se proyecta el ascensor funcionando a velocidad nominal de marcha es:

$$C_N = N^{\circ} \text{ personas} \cdot 75 \frac{\text{kg}}{\text{persona}}$$

La velocidad nominal de marcha para la cual se proyecta el ascensor, medida con la carga nominal en sentido ascendente puede ser:

$$V_M = \text{generalmente: } 45; 60; 75; 90; 180 \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$$

Se selecciona según si es ascensor de una velocidad (45), dos velocidades, de corriente alterna controlada (hasta 120), ascensor de tensión variable (200-400) o de frecuencia variable.

La potencia del motor se determina según:

$$P [\text{HP}] = \frac{C_N [\text{kg}] \cdot V_M \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right]}{\mu \cdot 75.60} \quad \mu = \text{rendimiento}$$

El análisis del tráfico surge de la metodología de cálculo dada por norma IRAM, que considera:

Factor de ocupación – población del edificio (se puede estimar como la superficie del piso por un factor de ocupación) – cantidad de pisos – capacidad de transporte – tiempos (de espera admisible; de apertura y cierre de puertas; de parada y arranque de cabina; de ascenso y descenso de pasajeros y/o carga)

El tiempo total de duración del viaje será:

$$Tt = Tr + (Tp + Ta). np + Ts + Te$$

Np: número de paradas probables

Tr: tiempo de recorrido total = $2.R/V_N$

Tp y Ta: tiempo de arranque y parada de cabina que se aproxima como $K.V_N$ donde K depende del tipo de máquina

Ts: tiempo de entrada y salida de pasajeros = 4 segundos x N° pasajeros

Te: tiempo perdido por demoras (10% del total)

La capacidad de transporte de la instalación será la que permita evacuar un porcentaje de población en 5 minutos, con lo cual se determina luego la cantidad de ascensores necesaria.

ASCENSORES HIDRÁULICOS:

Ventajas: fácil evacuación de pasajeros en caso de falta de suministro eléctrico; bajo nivel de mantenimiento; no sobrecarga la estructura del edificio; permite un mejor aprovechamiento del espacio; funcionamiento suave; bajo consumo eléctrico; el aceite del sistema no se consume.

Desventajas: el pistón y el cilindro deben tener la misma longitud que la altura hasta el piso superior; baja velocidad de operación (30m/min)

ESCALERAS MECÁNICAS

La estructura metálica debe ser resistente, con escalones incombustibles y dimensionados para una carga estática mínima. La superficie será la suma de las pedadas. Los pasamanos deben ir a igual velocidad que los escalones.

Requieren pulsadores de parada de emergencia y mecanismos de corte de corriente como dispositivos de seguridad.

La capacidad de transporte será:

$$N \left[\frac{\text{personas}}{h} \right] = \frac{n \left[\frac{\text{personas}}{\text{escalon}} \right] \cdot V \left[\frac{m}{\text{min}} \right]}{\text{pedada} [m]} \cdot 60 \left[\frac{\text{min}}{h} \right]$$

ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO: TEORÍA

• CONFORT HOMEOTÉRMICO Y BIENESTAR

El acondicionamiento del aire de un local implica lograr condiciones satisfactorias para las personas que lo ocupan, considerando que el bienestar de las personas requiere condiciones adecuadas de calidad de aire (pureza y renovación) y requerimientos higrotérmicos (temperatura y humedad interiores). El confort térmico es un estado de sensación de bienestar físico de las personas, respecto a las condiciones del medio que las rodea.

Factores que afectan a las condiciones de confort:

Dependen del individuo:

- Radiación de la superficie de la piel y la vestimenta a las paredes y muebles del local.
- Conducción y convección de la superficie de la piel y de la vestimenta al aire del local.
- Evaporación del vapor de agua por, exudación de la piel.
- Respiración caliente y prácticamente saturada de humedad.

La suma del calor transmitido por radiación, conducción y convección es el calor sensible seco del cuerpo humano.

La suma del calor transmitido por evaporación y respiración es el calor latente o húmedo del cuerpo humano.

Dependen del medio ambiente:

- Temperatura del aire: Temperatura media de las superficies que rodean el local.
- Humedad relativa.
- Velocidad del aire en la Zona de permanencia.
- Ventilación y purificación del aire.
- Ruido.

- Las temperaturas a adoptar dependen de la época del año, la actividad del individuo en el local, la vestimenta, entre otros factores. Para actividad moderada:

Invierno (vestimenta normal) → 18 – 22°C

Verano (vestimenta liviana) → 23 – 27°C

- Un ambiente seco produce sequedad de las mucosas (<30%) y el húmedo una sensación de ahogo (>70%). La humedad relativa óptima se considera del 50%.
- El aire se debe inyectar a velocidades de circulación que no produzcan molestias ni sensación de encierro. En general, se toma de 5-8 m/min para permanencia de 3hs o más. Depende de la temperatura del local.
- Se debe renovar el aire y purificarlo por el dióxido de carbono que se emana al respirar, por el contenido de polvo y patógenos.
- Las instalaciones no deben producir ruidos molestos.

La ASHRAE estudió todo esto para un grupo de personas con determinada vestimenta y movilidad en los locales. Cada persona experimenta el “óptimo” de bienestar para distintas combinaciones de temperatura seca y humedad relativa del aire. Se construyó un “Diagrama de Bienestar” referido a una velocidad de aire fija y permite identificar el porcentaje de individuos que lo consideran óptimo para una determinada **temperatura efectiva** (índice de la sensación de calor o frío experimentada por el cuerpo).

- DEFINICIONES

Calor específico (Ce): cantidad de calor necesaria para que un kilo de sustancia aumente su temperatura en un grado. Depende de la temperatura a la que se encuentre el cuerpo. [Kcal/kg.°C]

Calor sensible (Qs): la cantidad de calor que debe adicionarse o sustraerse a una sustancia a presión constante para provocar un aumento o disminución de temperatura.

$$Q_s = Ce \cdot Peso \cdot (t_1 - t_2)$$

Calor latente (Ql): la cantidad de calor que se debe adicionar o sustraer a una sustancia para pasar de un estado físico a otro, sin variación de su temperatura.

$$Q_l = Cl \cdot Peso$$

Cl: calor latente de vaporización o fusión, según el cambio físico de la sustancia.

Entalpía: valor que indica el contenido de calor de una sustancia, siendo la suma del calor sensible total más el calor latente total de la sustancia.

Aire seco: cuando se ha extraído todo el vapor de agua y los contaminantes. Su composición es relativamente constante, aunque varía un poco con la ubicación geográfica y la altitud.

Aire húmedo: mezcla de aire seco y vapor de agua. La cantidad de vapor puede variar entre cercano a cero y un estado de saturación que se da alrededor del 3% del peso del conjunto.

Tanto el aire seco como el vapor de agua tienen un determinado volumen específico, calor específico y una entalpía.

- TRANSMISIÓN DE CALOR

- **Convección:** es el paso del calor de un punto a otro dentro de la masa de un fluido, transportada por el movimiento de las moléculas que se debe a variaciones de densidad del fluido que recibe una cantidad de calor. Si el fluido se mueve por una bomba o ventilador, será una “convección forzada” y si se realiza por diferencia de densidades será “convección natural”.

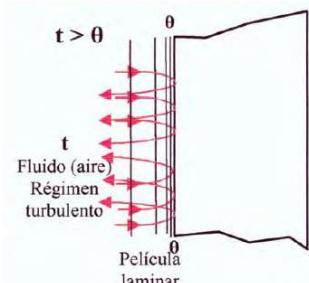
Se utiliza un “**coeficiente superficial pelicular o de paso de calor**” α , empírico y avalado por la experiencia para considerar el efecto conjunto de la convección y radiación en la cercanía del objeto. Es la cantidad de calor que se transfiere por hora, por unidad de superficie y por grado de diferencia de temperatura. Su inversa es la “resistencia superficial”

La cantidad de calor que se transmite es:

$$Q = \alpha \cdot S \cdot (t - \theta)$$

S: área de la pared

$t - \theta$: diferencia de temperatura entre el fluido y el cuerpo que se encuentra en contacto con él



- **Conducción:** la transmisión de calor se produce por conducción, de molécula a molécula en el interior del cuerpo, en sentido decreciente de temperaturas (sin desplazamiento molecular).

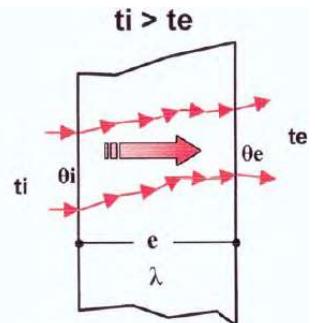
Se establece un “**coeficiente de conductibilidad térmica**” λ , que depende del material. Es la cantidad de calor que pasa a través de un material homogéneo por hora, por metro de espesor y para una diferencia de un grado de temperatura. A su inversa se la denomina “resistencia a la conductibilidad térmica”

Para temperaturas superficiales constantes, considerando que una pared no absorbe calor, se podría decir que el calor que la atraviesa es:

$$Q = \frac{\lambda}{e} \cdot S \cdot (\theta_i - \theta_e)$$

E: espesor de la pared considerada homogénea

$\theta_i - \theta_e$: salto térmico entre las superficies

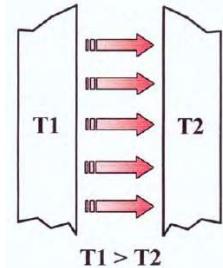


- **Radiación:** el calor se transmite de un cuerpo a otro sin que exista un contacto directo con el otro cuerpo, en forma de energía radiante. No requiere flujo ni contacto molecular. Un cuerpo caliente emite radiación en sentido radial, por ondas que son absorbidas por otros cuerpos y se manifiestan en forma de calor sensible.

$$Q = Cr \cdot S \cdot \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^2 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^2 \right]$$

Cr: **coeficiente de radiación** que se considera constante y depende del tipo de superficie y forma de emisión

T1 y T2: temperaturas absolutas de los cuerpos



La transferencia de calor total a través de un muro depende de las tres formas de transmisión. Hay transmisión de calor desde el aire interior a la cara interna de la pared por convección y radiación; conducción a través del espesor; transmisión de calor hacia el aire exterior por convección y radiación.

Si se considera un salto térmico constante, todo el calor fluye sin ser absorbido por el aire ni la pared (régimen estacionario), la cantidad de calor transmitida en cada etapa es la misma. Se define, al sumar las tres etapas, un “**coeficiente total de transmisión de calor**” K, que se define como la cantidad de calor que se transmite en la unidad de tiempo a través de la unidad de superficie de un elemento constructivo de un cierto espesor, cuando la diferencia de temperatura entre las masas de aire a ambos lados es de un grado.

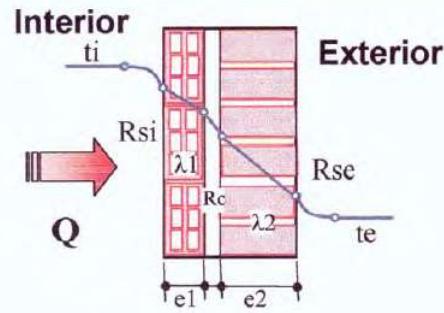
$$K = \frac{1}{\frac{1}{ai} + \frac{e}{\lambda} + \frac{1}{ae}} \left[\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ K} \right]$$

Como los elementos no son homogéneos, se considera como si sus componentes lo fueran (se hace una suma de los espesores sobre los coeficientes de conductibilidad), con lo que se aplica la inversa al coeficiente K: la “**resistencia térmica total**” Rt:

$$Rt = \frac{1}{K}$$

Para elementos de construcción comunes (muros de mampostería de ladrillos, vidrios, otros) se tienen los valores de resistencia térmica tabulados por la norma IRAM 11.601, que da los valores de “K” para cada uno. Solo se calculan en casos de construcciones especiales.

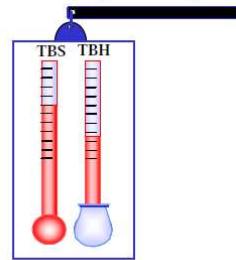
$$R_t = 1/K = R_{ai} + (e_1 / \lambda_{i1}) + R_c + (e_2 / \lambda_{i2}) + R_{ae}$$



• PSICROMETRÍA

Ciencia que estudia las propiedades del aire húmedo (aire seco más vapor de agua). El aire seco absorbe humedad, y en mayor medida cuando está caliente. El aire húmedo tiene 5 características variables:

- **Temperatura de bulbo seco (TBS)**: indica el contenido de calor sensible del aire.



- **Temperatura de bulbo húmedo (TBH)**: la que indica el termómetro cuando se cubre el bulbo con una gasa húmeda y se expone a una corriente de aire, el agua se enfriá y luego se evapora. La temperatura del aire en contacto con la gasa desciende porque cede el calor necesario para la evaporación.

Psicrómetro de revoleo

- **Humedad relativa (HR)**: medida del grado de saturación del aire a cualquier temperatura [% de saturación]

$$HR = \frac{pv \cdot 100}{pvs}$$

Pv: presión parcial de vapor de la mezcla – Pvs: presión de saturación del vapor de agua a la temperatura TBS.

- **Humedad absoluta (HA)**: cantidad en peso de agua contenida en una mezcla de aire húmedo, respecto a 1kg de aire seco. [gr de agua / kg de aire seco]

- **Temperatura de rocío (TR)**: es la mínima temperatura a la que puede estar una mezcla de aire-vapor de agua, con una determinada humedad relativa, por debajo de la cual el vapor de agua comienza a condensar. En el punto de rocío, HR es 100% y el vapor de agua está saturado.

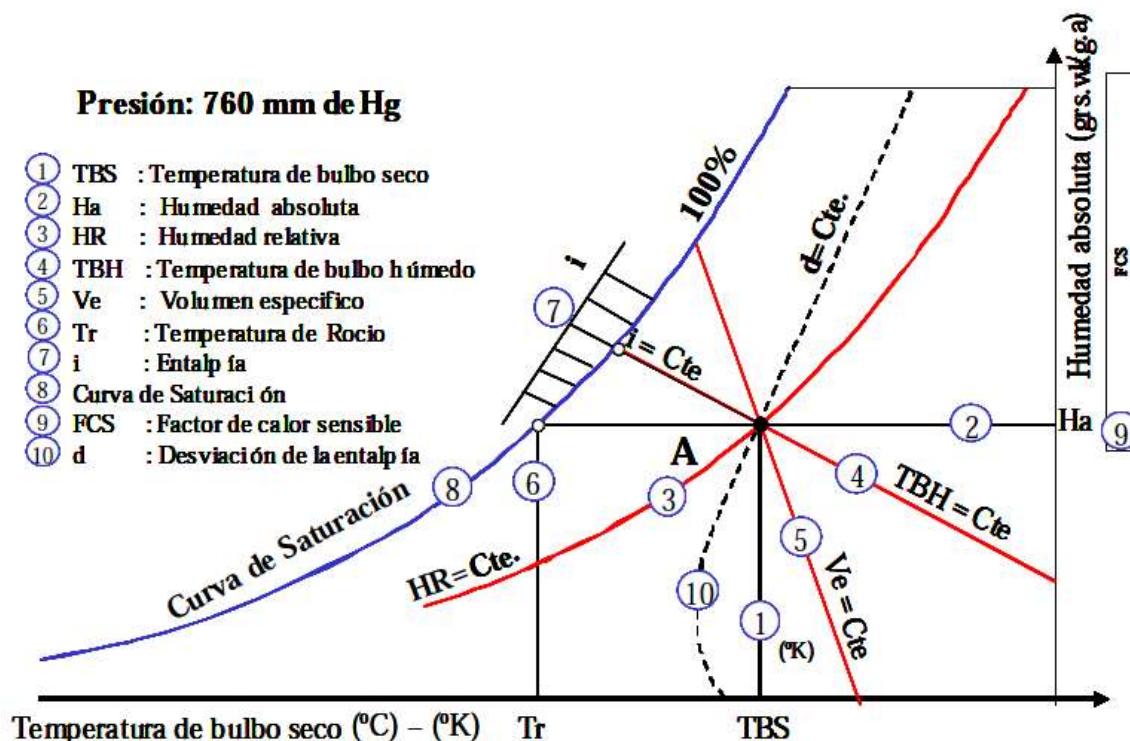
El “diagrama psicrométrico” es una representación gráfica de las propiedades físicas de una mezcla de aire húmedo. Generalmente se refieren a una presión normal de 760mmHg y a 1kg de aire seco con un contenido variable de vapor de agua.

El diagrama permite, conociendo dos propiedades de la mezcla, conocer las restantes (por ej. Si se conocen TBS y TBH con un psicrómetro, se despejan las otras propiedades)

Construcción del diagrama:

- Eje horizontal: temperatura de bulbo seco TBS – Eje vertical: humedad absoluta HA.
- La curva de saturación que limita superiormente al diagrama se traza siguiendo una fórmula según la presión parcial de vapor en la mezcla y la presión de saturación del vapor de agua a la temperatura de bulbo seco.
- Las líneas de humedad relativa constante se determinan para cada valor de TBS, determinando la presión de saturación correspondiente y despejando la humedad específica de saturación de fórmula. Por definición de humedad relativa, la presión parcial del vapor de agua con el 50% de humedad relativa será el 50% del valor de la presión de saturación.
- Las líneas de temperatura de bulbo húmedo constante son ligeramente curvas y se obtienen aplicando una ecuación para cada valor de TBS, manteniendo TBH constante, despejando una humedad absoluta asociada.
- Las líneas de volumen específico constante se determinan fijando un valor de volumen específico y a presión atmosférica, para despejar TBS e identificar las líneas de volumen constante.
- Las escalas de entalpías de saturación se determinan de una ecuación según TBS y se dibuja perpendicularmente a las líneas de TBH constante.
- La escala de factor de calor sensible (calor sensible respecto al calor total) se identifica en el margen derecho.

Diagrama CARRIER: para un punto “A” en la mezcla, se tienen los siguientes valores:



Si se debe extraer o agregar calor sensible al aire de un local, la representación en el diagrama es una línea horizontal. Si es calor latente, es vertical. En la práctica, se tiene que agregar o extraer en forma simultánea ambos, por lo que la evolución está dada por una recta de pendiente FCS.

→ Si se extrae demasiado calor sensible pero no latente, el aire será demasiado frío y excesivamente húmedo. Si se extrae demasiado calor latente pero no sensible, el aire será demasiado caliente y seco.

Acondicionar el aire implica realizar una serie de operaciones con el objetivo de modificar las condiciones del aire y lograr una sensación de bienestar en los ocupantes del local. Estas operaciones se representan como evoluciones del diagrama psicométrico y requieren la instalación de dispositivos que provoquen el fenómeno adecuado.

- Enfriamiento sensible: serpentinas de expansión directa por la que circula gas refrigerante o de expansión indirecta por la que circula agua fría.
- Calentamiento sensible: calefactores eléctricos o a gas; serpentinas de agua caliente o a vapor
- Humidificación: bateas humidificadoras o lavadoras de aire
- Deshumidificación: secadores químicos
- Enfriamiento sensible y humidificación
- Enfriamiento sensible y deshumidificación
- Calentamiento sensible y humidificación
- Calentamiento sensible y deshumidificación

Mezcla de dos caudales de aire húmedo: se mezclan dos corrientes de distintas temperaturas y humedades para conseguir aire de propiedades intermedias. La mezcla es una parte de aire interior y el resto de exterior.

- El aire exterior permite ventilar y reponer el oxígeno de los locales y generar una sobrepresión que evite las infiltraciones a través de hendiduras en las carpinterías
- El aire interior permite estabilizar el punto de arranque en el tratamiento del aire (las condiciones exteriores no son constantes) y economizar a carga de refrigeración porque se trata el aire en condiciones más cercanas a las interiores deseadas.

En el diagrama, se unen los puntos que representan a cada aire con una recta, y la mezcla se encuentra proporcionalmente al volumen de cada uno.

Calentamiento sensible: Se puede calentar el aire hasta la temperatura deseada sin modificar su humedad (sin agregar ni quitar vapor de agua), con una batería de agua caliente, resistencias eléctricas o calefactores a gas. En el diagrama, es un segmento de recta horizontal, de izquierda a derecha.

Enfriamiento sensible: El aire se enfriá con humedad específica constante, sin que se produzca condensación del vapor de agua en el mismo, por lo que la temperatura debe ser mayor a la de rocío. Se puede lograr haciendo pasar el aire por una batería por la que recorre un fluido a la temperatura deseada. En el diagrama, es un segmento de recta horizontal, de derecha a izquierda.

Enfriamiento con deshumidificación: Se enfriá el aire hasta una temperatura inferior a la de rocío. Se hace circular el aire por una batería de refrigeración hecha por tubos en forma de serpentina continua por la que circula un refrigerante. En el diagrama, se enfriá en línea recta hasta la curva de saturación y baja por la misma, deshumidificándose, hasta la temperatura de rocío del aparato y luego se mezcla con el aire de "by-pass" que no entra en contacto con la batería refrigerante, calentándose levemente. (El factor de by-pass disminuye cuando aumenta el número de filas de serpentinas, y es la relación entre el peso del aire by-pasado y el peso total de aire)

Calentamiento con humidificación: Se hace pasar el aire por una red de toberas que pulverizan agua que ha sido calentada en un intercambiador o si se inyecta vapor. Aumenta la entalpía y la humedad del aire. La TBS puede ser mayor, menor o igual a la inicial, según las temperaturas al comienzo del tratamiento y los caudales de agua y aire.

ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO: CARGAS TÉRMICAS

Para alcanzar las condiciones de temperatura interior deseada en los locales, se debe introducir o extraer el mismo calor que se pierde o gana debido a la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior del local. La carga térmica es el calor que entra o sale del local, cuya determinación permite diseñar los equipos de aire acondicionado.

Condiciones de diseño exterior: no se adoptan los valores extremos de temperatura y humedad relativa porque se dan pocos días y suelen tener poca duración. Se adopta el promedio de las condiciones extremas con las medias. De tabla se tienen para distintas regiones del país: tanto para verano como invierno, se da la TBS, TBH y HR de condiciones exteriores, se conoce la velocidad del viento y la dirección dominante.

Condiciones de diseño interior: Se diseña tanto para verano como para invierno. De tabla, se tienen rangos para la temperatura seca y humedad relativa de diseño, según el tipo de aplicación (confort general, tiendas comerciales, confort industrial, aplicaciones de bajo factor de calor sensible). En verano, depende si es de lujo o práctica comercial. En invierno, depende si hay o no humectación.

Para estimar la carga térmica, se debe hacer un estudio completo que garantice la exactitud de la evaluación de las componentes de carga (planos de arquitectura y estructura, tipo de instalación, orientación, destino del local, tiempo de funcionamiento previsto, dimensiones de los locales, materiales de construcción y cerramientos, accesos, escaleras, condiciones de locales adyacentes, ocupantes, alumbrado, motores o maquinarias, ventilación, entre otros)

Las cargas se clasifican:

- Por la forma: Calor sensible o Calor latente
- Por la fuente: Externa o Interna
- Por el tipo: Transmisión, Radiación solar, Infiltración, Ventilación, Personas, Iluminación, Motores, Artefactos, Otras fuentes.

- ANÁLISIS DE CARGAS TÉRMICAS: CICLO INVIERNO

Permite determinar cuánto calor debe suministrar el sistema de calefacción para compensar las pérdidas de calor que se producen y mantener los ambientes a temperatura y humedad confortables. Generalmente se calcula para temperaturas invernales que se dan de noche, sin considerar ganancias de calor producidas por fuentes internas (personas, alumbrado)

- 1) La temperatura exterior de cálculo sale de tabla, basada en la mínima absoluta de la estación invernal para los últimos 10 años, con coeficiente de frecuencia del 90%.
- 2) Se adopta la temperatura interior de los locales según el uso, de recomendaciones de tabla
- 3) Se calcula el área de los elementos que conforman el contorno del local.
- 4) Se determinan de norma IRAM 11.601 los coeficientes K correspondientes
- 5) Se computan las pérdidas de calor por transmisión de todas las superficies:

PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN DE CALOR POR CERRAMIENTOS: paredes y carpinterías interiores y exteriores, techos y pisos. Se calcula para cada superficie de contorno del local y se suman todas las pérdidas individuales en régimen estacionario:

$$Qt' = K.S. (ti - te) \rightarrow Qt = \sum Qt'$$

- Cuando dos locales limitantes están calefaccionados, no hay salto térmico.
- Si la temperatura del local analizado es menor a la de los locales que lo rodean, no se consideran posibles ganancias de calor.
- Se tienen valores de referencia de locales no acondicionados, adyacentes a los calefaccionados.

6) Se le adiciona al calor por transmisión, el Suplemento por orientación (Qo): depende de la ubicación y exposición solar del local y se adopta un porcentaje de Qt. La orientación de un local está dada por la pared o ángulo al exterior o la orientación de la mayor exposición al exterior.

7) El calor total por transmisión es: $Qto = Qt + Qo$

8) Se calculan las pérdidas por infiltración:

PÉRDIDAS POR INFILTRACIÓN DEL AIRE EXTERIOR O VENTILACIÓN: calor necesario para compensar las entradas de aire por infiltración de las carpinterías, que se dan por la presión que ejerce el viento y por la diferencia de densidades entre el aire interior y el exterior (por el salto térmico existente).

8.a) El **volumen de aire infiltrado** se puede calcular por el “método de las hendiduras” utilizando valores de tabla para determinar la suma del volumen infiltrado por puertas más el de ventanas (considera las formas y materiales de las hendiduras y juegos de marcos-hojas de las carpinterías comerciales) o por el “método de las renovaciones de aire” que se obtiene como el número de renovaciones necesarias según el tipo, uso y ubicación del local por el volumen del local (menos preciso, pero más práctico). Se adopta el mayor de los volúmenes determinados por ambos métodos.

8.b) El **calor sensible perdido** por infiltración es:

$$Qinf_s = Ce. Vinf. pe. (ti - te)$$

Vinf: volumen de aire que ingresa por infiltración

Pe: peso específico del aire a la temperatura exterior

8.c) Subtotal de la pérdida de calor: $QTS = Qto + Qinf$

Solo cuando se quiere mantener alta la humedad relativa, (NO lo usamos en invierno) se considera el **calor latente perdido** por infiltración es:

$$Qinfl = Clv. Vinf. pe. (Hai - Hae)$$

Clv: calor latente de vapor de aire en la condición de humedad interior

Vinf: volumen de aire que ingresa por infiltración o ventilación

Pe: peso específico del aire a la temperatura interior

Ha: humedad específica del aire (interior/exterior)

8.d) $Qh = QTS$. (% estratificación)

La **estratificación del calor** considera que el calor se estratifica porque el aire caliente tiende a elevarse. Ocurre en los locales de techo alto (industrias, iglesias, teatros) y encima de los cielos rasos colgantes con luces o sistemas de retorno en el techo (hoteles, locales de oficina, edificios). En el caso de techos altos, en invierno requiere mayor carga de calefacción, pero en verano, si los retornos se hacen en el techo, se debe descontar a la carga de aire acondicionado.

Hasta 3m de altura, se desprecia el efecto de la estratificación. De 3-5m se adiciona 2,5% en total y para locales de mayor altura se adiciona un 2,5% por cada metro de exceso, hasta un máximo de 18%.

8.e) Perdida total de calor cuando se alcanza el estado de régimen: $Qa = QTS + Qh$

8.f) $Qi = QTS$. (% intermitencia)

Suplementos debido a la **intermitencia o reducción nocturna del servicio**: En edificios calentados de forma intermitente, la exigencia de calor es mayor en la fase de puesta en marcha de la instalación. Se tiene de tabla valores porcentuales de aumento que deben preverse para calefacción intermitente según el tipo de instalación (aire caliente, radiadores o paneles radiantes) y las horas de funcionamiento.

9) Pérdida total que permite calcular la instalación de calefacción: $Q_{invierno} = Qa + Qi$

- **ANÁLISIS DE CARGAS TÉRMICAS: CICLO VERANO**

Es más complejo que el análisis de invierno porque:

- Hay mayor variación de temperatura en verano, por lo que hay que estimar las ganancias de calor en distintas horas del día para determinar la condición más desfavorable
- Es muy importante considerar la ganancia de calor por radiación solar, que se despreció en el cálculo de invierno
- La disipación de calor de los elementos en el interior de los locales es una cantidad que debe extraerse con el equipo de aire acondicionado, pero en invierno era una carga favorable al cálculo.
- En verano, el aporte de humedad al local es una fuente de calor latente que se debe considerar en los cálculos. A su vez, el aire exterior que se incorpora es más húmedo que el aire interior, por lo que aporta calor sensible y calor latente (vapor de agua)

Frigorías/hora = 1,16W = 1 Kcal/h. Se define como la cantidad de calor a sustraer a una masa de un kilo de agua para que disminuya su temperatura en un grado, a presión normal (de 14,5 a 15,5°C). En el mercado del aire acondicionado, es la unidad con la que se especifican los equipos.

Tonelada de refrigeración: es la unidad para medir la potencia de los equipos. Se define como la cantidad de calor necesario para transformar una tonelada de agua en hielo en 24hs, a 0°C.

$$1 \text{ ton refrigeración} \approx 3000 \frac{\text{frigorías}}{\text{h}} \approx 3500 \text{ W}$$

1) Determinar las condiciones de diseño:

- Exteriores: de tabla según la ubicación y latitud del local, se determinan las TBS y TBH y del diagrama psicométrico se obtienen la HR y HA de diseño.
- Interiores: según la ocupación del local, de tabla se tienen la TBS y HR aconsejables para que el ambiente sea confortable.

2) CARGAS EXTERNAS:

La cantidad de calor por radiación solar puede ser hasta la mitad de las ganancias totales de calor de un edificio, por lo que debe determinarse con precisión. Depende de:

- El grado de opacidad, color y rugosidad de la superficie (colores oscuros absorben más calor radiante que los colores claros; una mayor rugosidad favorece la absorción).
- El ángulo de incidencia (cuando los rayos inciden perpendicularmente, tienen menor posibilidad de ser reflejados que si chocan con otro ángulo, y la energía no reflejada aumenta la temperatura superficial)

2.1) Ganancias de calor por radiación solar a través de ventanas: Considera la energía que atraviesa los elementos transparentes. Hay una componente de radiación directa que solo origina una ganancia de calor cuando la ventana es atravesada por los rayos solares y una componente de radiación difusa que genera ganancia en cualquier posición de la ventana respecto al sol.

Se debe calcular para las distintas horas del día y el uso horario del local, debiendo adoptar el máximo y determinar a qué hora se produce.

$$Qr = \sum S \cdot tr \cdot f$$

S: área neta de cada elemento

Tr: máximo aporte de calor a través del vidrio sencillo. Se obtiene de tabla según la latitud, época del año y la orientación según la hora analizada.

F: factor de protección. Aplica cuando el vidrio tiene protección (cortinas, persianas, toldos) o es un vidrio especial (DVH, antitérmico).

Las tablas se hicieron para condiciones particulares de temperatura de rocío a nivel del mar, atmósfera limpia y superficie neta de vidrio de distintos porcentajes según el material del marco. Si no corresponde a las condiciones de proyecto, se deben aplicar coeficientes de corrección.

2.2) Ganancias de calor por radiación y transmisión a través de paredes exteriores y techos: considera el calor que atraviesa los elementos opacos externos del local. De tabla, con la latitud, temperatura exterior, salto térmico, temperatura interior, color y peso del muro o techo, se determina para las distintas horas y orientaciones, el salto térmico de temperatura equivalente "te".

$$Qr = \sum K \cdot S \cdot te$$

K: de tablas de la norma IRAM 11.601

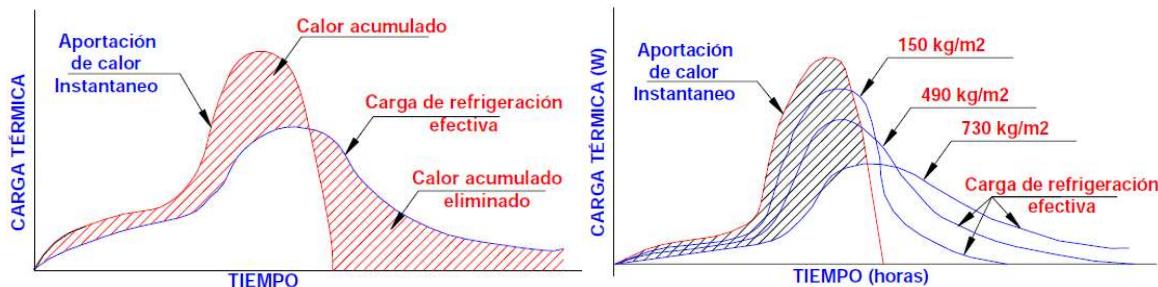
S: área neta de cada elemento

Te: diferencia de temperatura equivalente

Se utilizan **temperaturas equivalentes** o "ficticias" porque las variaciones cíclicas de la radiación y las temperaturas involucran fenómenos complejos. Se calcularon diferencias de temperaturas equivalentes para muros y techos en condiciones de radiación, latitud, diferencia de temperatura de proyecto y horas determinadas. Se tienen correcciones para condiciones que no sean las de tabla.

Se consideran las **sombra proyectadas** por salientes de ventanas y edificios adyacentes para reducir la carga radiante de la superficie vidriada que esté a la sombra, que se determina al considerar el ángulo de incidencia y la posición del sol.

Las **estructuras absorben y acumulan calor radiante**, creando una diferencia de temperatura que provoca un flujo de calor hacia el interior del material y hacia el aire del ambiente. La porción de calor transmitida por conducción se acumula, mientras que la transmitida por convección es una carga instantánea para la instalación. La carga máxima efectiva es un 60% de la instantánea y se da con un retraso. Como todo lo que entra debe ser eliminado, las dos áreas son iguales. El peso de la construcción influye directamente sobre la acumulación.



Lo mismo ocurre con la carga debida a la iluminación interna, al calor sensible emitido por las personas y al fenómeno que surge del tiempo de funcionamiento de la instalación de aire acondicionado. Se puede aprovechar el efecto para diseñar un equipo más económico, con menor carga máxima pero trabajando la mayor parte del día para contrarrestar los picos máximos.

2.3) Ganancia de calor por transmisión a través de ventanas, paredes y techos interiores: considera los elementos interiores y las superficies vidriadas exteriores. Según la relación de temperaturas, será una ganancia o pérdida de calor. Cuando los elementos de contorno limitan con locales no refrigerados, se adopta una temperatura de 3 a 5°C menos que la exterior.

$$Qt = \sum K.S.(Te - Ti)$$

Te: temperatura exterior de diseño – Ti: temperatura interior de diseño.

2.4) Ganancia de calor por la incorporación de aire exterior: Se introduce aire exterior para renovar el aire ambiente y provocar una sobrepresión en el local para que el sistema funcione correctamente. El caudal mínimo es de 8,5m³/h.persona y se aconseja aproximadamente 13. Depende del individuo y del uso del local (por ejemplo, si hay fumadores). No se calculan infiltraciones a través de las aberturas porque la sobrepresión hace que el aire fluya hacia afuera.

- Calor sensible:

$$Qsa = 0.35.Ca.(Te - Ti)$$

- Calor latente:

$$Qla = 0.80.Ca.(Hae - Hai)$$

Hae: humedad absoluta exterior de diseño – Hai: humedad absoluta interior de diseño.

Ca: caudal de aire exterior.

El cálculo del caudal de aire exterior a incorporar al sistema se puede determinar por el “Método de los porcentajes de aire” según la ocupación y en función de la experiencia (mínimo 10% es lo que siempre penetra al sistema). Se requiere conocer el caudal de aire recirculado y la ganancia total de calor sensible.

El “Método de las renovaciones horarias o caudales de aire mínimo por persona” es una forma práctica que determina los caudales mínimos por persona y verifica el número mínimo de renovaciones horarias.

$$Ca = \frac{N^{\circ} \text{renovaciones}}{h} \cdot Volumen \text{ local}$$

Otro método es el del “Contenido máximo de anhídrido carbónico” debido al proceso respiratorio, que se considera un máximo de 0.14% del volumen de aire y da unos $20\text{m}^3/\text{h.persona}$ (Ch).

$$Ca = N^\circ \text{ personas} . Ch$$

Para ventilación únicamente, existe el “Método de la temperatura límite” que toma la diferencia entre la temperatura máxima y la exterior que se produce en 1 hora y se divide por el aumento máximo admisible, para obtener las renovaciones por hora.

3) CARGAS INTERNAS

3.1) **Ganancia de calor por ocupantes:** Se asocia a la disipación de calor por la piel y vías respiratorias, que es variable según la persona y la actividad que desarrolla.

- Calor sensible: $Qsp = N^\circ \text{ personas}. qsp/\text{persona}$

- Calor latente: $Qlp = N^\circ \text{ personas} . qlp/\text{persona}$

Qsp y qlp se determinan de tabla según la actividad que desarrollan los ocupantes en el local.

3.2) **Ganancia de calor por iluminación:** Calor sensible según la carga total de las lámparas tanto incandescentes disipan $0,86\text{kcal/h}$ por cada watt de potencia como fluorescentes (emiten 1,25 veces la potencia útil en watts)

3.3) **Ganancia por cargas térmicas de motores eléctricos:** Se asocia a que transforman una parte de la energía en calor. Calor sensible que depende del número de motores por un valor de calor que sale de tabla según la potencia y la ubicación en el local.

3.4) **Ganancia de calor por otras fuentes:** Tanto calor sensible como calor latente, que dependen del número de aparatos y un calor que depende de sus características. Si el artefacto tiene extracción de humos y olores, se considera la mitad del valor de tabla.

4) ADICIONALES

Se incrementa un 10% el calor sensible total. Se incrementa un 5% el calor latente total.

Se tienen gráficos y recomendaciones para considerar que hay un porcentaje añadido por el calentamiento de aire en los conductos (según la aislación), fugas de aire, potencia empleada para accionar el ventilador que se encuentra detrás de las baterías de refrigeración y por seguridad del sistema.

Determinado el calor sensible total, se puede calcular el caudal de aire exterior necesario por el método de renovación de aire, que se compara con el “ Ca ” utilizado y se recalcula. Es iterativo hasta una diferencia del 10% entre aproximaciones sucesivas.

→ En el cálculo de la carga de refrigeración, no se deben sumar los máximos de cargas que se dan en distintos ambientes a distintas horas del día, sino sumar las cargas hora a hora de los distintos locales, para obtener un máximo para el edificio, con lo cual se compensa el corrimiento de fase entre distintas direcciones geográficas.

INSTALACIÓN DE REFRIGERACIÓN

FCSL: Factor de calor sensible del local:

$$FCSL = \frac{QS_i}{Q_{total}}$$

FCST: Factor de calor sensible total: Es lo que debe disipar el equipo, compuesto por las ganancias de calor internas del local y las debidas a la introducción de aire exterior.

$$FCST = \frac{QS_{total}}{Q_{total}} = \frac{QST}{QST + QLT}$$

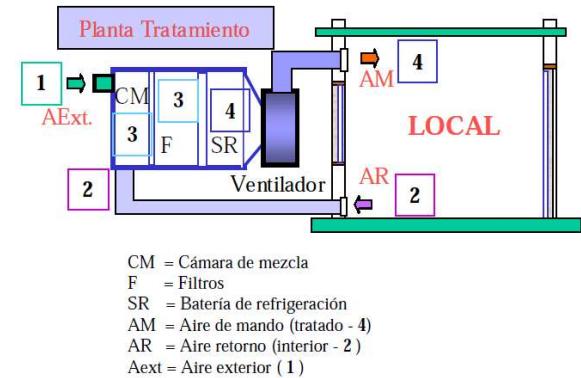
FCSE: Factor de calor sensible efectivo: Establece una relación entre el factor de by-pass y el punto de rocío del aparato. Se define como la relación entre las ganancias sensibles efectivas del local (aumentadas por el caudal de aire que pasa por la batería sin que su estado se modifique) y las ganancias de calor sensibles y latentes del mismo.

$$FCSE = \frac{QSE_{local}}{QTE_{local}}$$

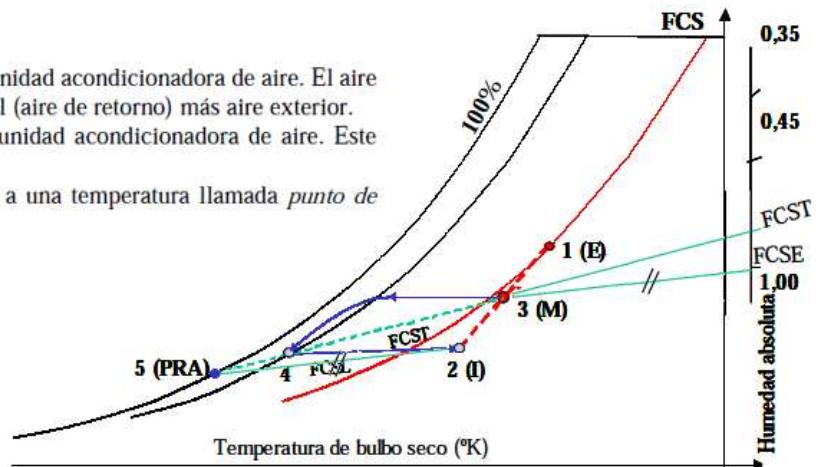
Las cargas de calor debidas al aire de by-pass constituyen cargas supplementarias, como las de infiltraciones, con la diferencia que son introducidas por la propia unidad acondicionadora de aire.

❖ DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE REFRIGERACIÓN

En la planta de tratamiento de la unidad acondicionadora, se mezcla el aire exterior con el aire procedente del local, la cual es primero filtrada y luego enfriada y deshumidificada, para ser impulsada posteriormente por un ventilador al local, produciendo su acondicionamiento.



1. Condiciones del aire en el exterior del local.
2. Condiciones del aire en el interior del local.
3. Condiciones del aire mezcla a la entrada de la unidad acondicionadora de aire. El aire mezcla esta compuesto por aire interior del local (aire de retorno) más aire exterior.
4. Condiciones del aire mezcla a la salida de la unidad acondicionadora de aire. Este aire se llama aire de mando o alimentación.
5. Condiciones del aire mezcla ideal el cual esta a una temperatura llamada *punto de rocío del aparato*.



- De tabla, se obtiene el factor de by-pass (FB) según las características físicas de la batería, la velocidad del aire o el tipo de aplicación. Con este factor, se calculan las cargas sensible y latente efectivas y se determina el FCSE. La temperatura de rocío de la unidad acondicionadora de aire (PRA) se obtiene del diagrama psicrométrico, trazando una recta paralela a FCSE que pase por la temperatura interior del local hasta la curva de saturación.

- Se determina el “**Caudal de aire de mando**” **CaM** (desde la unidad acondicionadora de aire hacia el local)

$$CaM = \frac{QSE}{0.337 \cdot (1 - FB) \cdot (t_2 - t_5)}$$

- Se determina el “**Caudal de aire de retorno**” **CaR** (desde el local hacia la unidad acondicionadora de aire)

$$CaR = CaM - CaE$$

CaE: caudal de aire exterior que ingresa a la unidad acondicionadora.

- La temperatura “t3” del aire a la entrada de la unidad:

$$t_3 = \frac{CaE}{CaM} \cdot (t_1 - t_2) + t_2$$

- La temperatura “t4” del aire a la salida de la unidad acondicionadora:

$$t_4 = FB \cdot (t_3 - t_5) + t_5$$

- Se determina el factor de calor sensible total. La potencia frigorífica de la unidad acondicionadora de aire (N_R) depende de las entalpías i3 e i4 (del diagrama psicrométrico) y se calcula:

$$N = 1,39 \cdot CaM \cdot (i_3 - i_4)$$

Las toneladas de refrigeración se calculan:

$$N_R[TR] = \frac{N}{1,163 \cdot 3024}$$

❖ SELECCIÓN DEL SISTEMA

Las instalaciones de acondicionamiento de aire se clasifican en:

- Instalaciones de calefacción: cuando satisfacen condiciones de bienestar en la época invernal

- Instalaciones de ventilación: cuando satisfacen condiciones de filtrado, circulación de aire y ventilación del local durante todo el año

- Instalaciones de aire acondicionado: cuando satisfacen condiciones de bienestar durante todo el año.

Según el uso, las instalaciones pueden ser industriales o que generen confort.

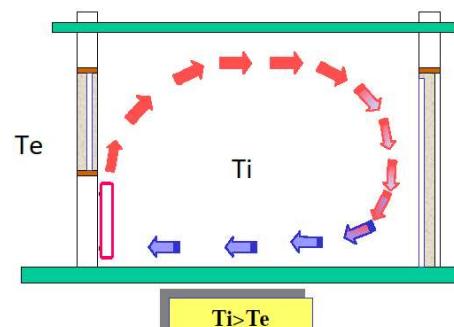
INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN

Según la ubicación de sus elementos, puede ser individual (cada local tiene su sistema), central (una planta térmica genera el fluido calefactor común para los locales a tratar) o mixto (una planta térmica ubicada en sala de máquinas genera vapor a baja presión, común para los locales a tratar, y lo transporta hasta el equipo terminal para tratar el aire).

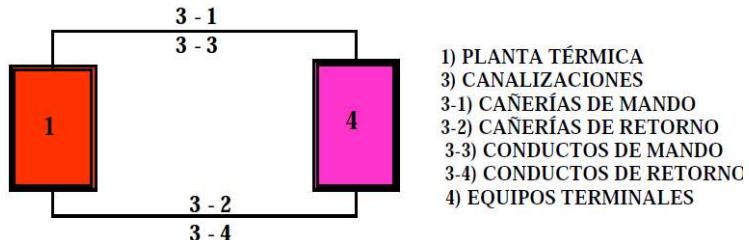
Consigue el aumento de temperatura de los locales y genera un movimiento natural del aire. La renovación de aire no se consigue con este sistema, excepto que se utilice calefacción por aire caliente. La circulación será forzada si se utiliza una bomba o ventilador.

Según el fluido calefactor, se tiene:

- Por agua caliente (circulación natural o forzada)
- Por vapor a baja presión
- Por aire caliente (circulación natural o forzada)
- Por paneles radiantes (es de agua caliente por circulación forzada, pero se analiza aparte)



Sistema de calefacción central:

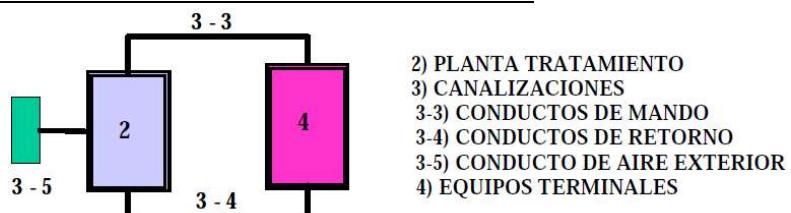


1) Planta térmica de calefacción: cumple la función de generar un fluido calefactor (agua caliente o vapor a baja presi). Conformada por una caldera, un quemador, controles, conducto de evacuación de los productos de combustión y abastecimiento de combustible.

2) Canalizaciones: transportan el fluido calefactor generado en la planta térmica hasta los equipos terminales. Las canalizaciones de inyección se denominan montantes o de mando y las de vuelta retornos. Si se transporta agua caliente o vapor, es a través de cañerías, mientras que si se transporta aire caliente es a través de conductos.

3) Equipos terminales: son las fuentes emisoras de calor, encargadas de transferir las calorías del fluido calefactor a los distintos locales. Pueden ser: radiadores, convectores, paneles radiantes, difusores, rejas, otros.

INSTALACIONES DE VENTILACIÓN MECÁNICA – Circulación forzada



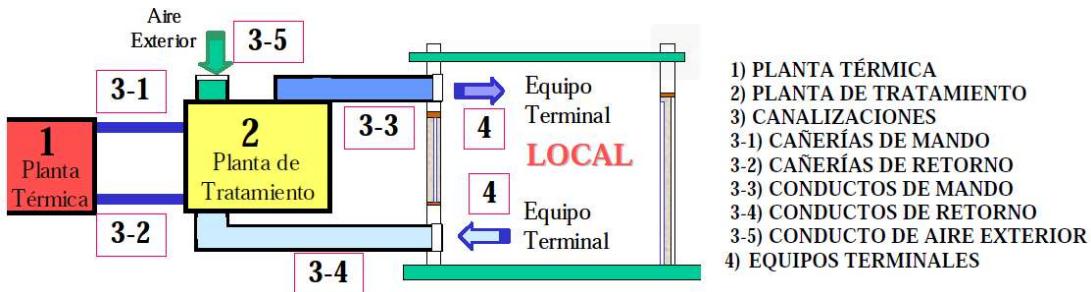
1) Planta de tratamiento: toma el aire del exterior para filtrarlo e impulsarlo por medio de ventiladores, destinados a dar aire a la presión necesaria para circular por la instalación.

2) Canalizaciones: transportan el aire impulsado hasta los equipos terminales y extraen el aire viciado de los locales, para expulsarlo al exterior.

3) Equipos terminales: inyectan o extraen el aire de los locales, sin modificar las condiciones higrotérmicas. Pueden ser difusores y/o rejas.

INSTALACIONES DE AIRE ACONDICIONADO

Es una instalación capaz de mantener un cierto grado de automatidad, sin ruidos molestos, a lo largo de todo el año, manteniendo la temperatura y humedad relativa deseadas en los locales y asegurando la pureza del aire a una velocidad adecuada. Debe brindar (condiciones higrotérmicas) calefacción y humectación en invierno; refrigeración y deshumectación en verano; filtrado, circulación y ventilación durante todo el año (condiciones de salubridad)



1) Planta térmica: suministra el fluido calefactor (agua caliente o vapor a baja presión) o el fluido refrigerante (agua fría o gas refrigerante enfriado), según si se quiere calefaccionar o enfriar.

- El ciclo de calefacción para agua caliente o vapor a baja presión consiste de una caldera, un quemador, controles, un conducto de evacuación de humos y abastecimiento de combustible. Si se genera aire caliente, está conformada por un calefactor eléctrico o a gas.

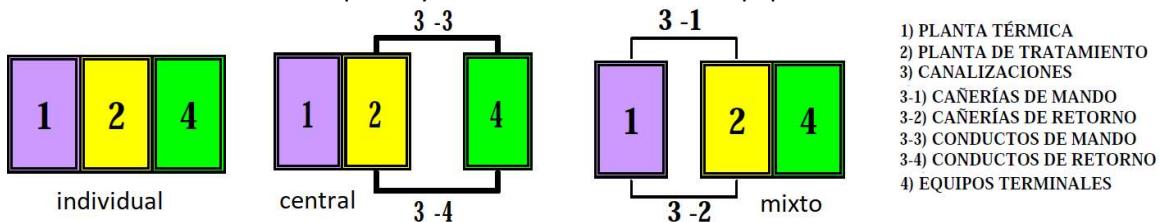
- El ciclo de refrigeración puede ser mecánico o por absorción. Si la refrigeración es mecánica, la planta térmica tendrá un compresor frigorífico, un condensador, una válvula de expansión y un evaporador. Si es por absorción, la planta tendrá un absorbedor, un separador, un condensador, una válvula de expansión y un evaporador.

2) Planta de tratamiento: Está compuesta por una cámara de mezcla el aire (exterior y recirculado), un panel de filtros, una serpentina de calefacción, un humidificador, una serpentina de refrigeración, un deshumidificador y un ventilador de impulsión.

3) Canalizaciones: transportan el fluido desde la planta térmica hasta la planta de tratamiento y luego hasta los equipos terminales. También transportan el aire de recirculación o retorno desde el local hasta la planta de tratamiento y el aire de renovación desde el exterior hasta la planta de tratamiento.

4) Equipos terminales: son elementos que inyectan o extraen aire de los locales (difusores, rejillas)

El sistema de aire acondicionado es **individual** cuando todos los componentes se encuentran en un mismo equipo. Es **central** cuando la planta térmica y de tratamiento se ubican en sala de máquinas. Es **mixto** cuando la planta térmica se encuentra en sala de máquinas y la de tratamiento en el equipo.



Pueden ser:

- **Sistemas de expansión directa**: cuando el aire a tratar térmicamente está en contacto directo con la serpentina por la cual circula el gas refrigerante o fluido calefactor, dentro de la cámara de tratamiento. Individual, central o mixto.

- **Sistemas de expansión indirecta**: cuando el aire a tratar térmicamente está en contacto con la serpentina por donde circula el agua enfriada o calentada en un intercambiador de calor. Solo mixto.

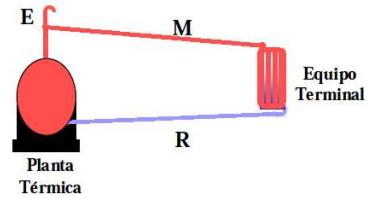
❖ SELECCIÓN DEL SISTEMA

FACTORES CONSTRUCTIVOS

- Desarrollo constructivo: horizontal o vertical; disponibilidad de espacio para instalaciones
- Flexibilidad del edificio: destino de los locales fijo o variable
- Requerimientos de ventilación: dependen del uso
- Exigencias de temperatura y humedad relativa a mantener: por ejemplo, más exigente en uso industrial
- Funcionamiento del edificio: continuo o no, según la permanencia
- Ubicación geográfica: define parámetros exteriores e interiores.
- Características del entorno: sombra, vientos
- Infraestructura existente: red de servicios disponible
- Costo total: instalación, operación y mantenimiento.

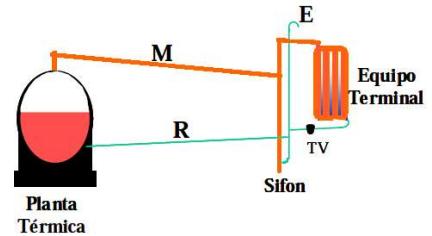
CARACTERÍSTICAS DE CADA SISTEMA: CALEFACCIÓN

- **Calefacción por agua caliente**: útil para edificios habitados durante la mayor parte o todo el día.



Ventajas: El calor es suave; el funcionamiento es silencioso; las cañerías duran más si se aíslan y revisten; el contenido de sales y aire es mínimo (menor riesgo de corrosión); buena regulación; hay calor remanente en los equipos terminales luego de detenido el funcionamiento; menor pérdida de calor en tuberías respecto a vapor.
Desventajas: lentitud en la puesta en marcha y régimen; si se producen pérdidas de agua es un problema arreglarlo; se puede congelar el agua en zonas de bajas temperaturas; las fuentes emisoras son puntuales y la distribución de calor no resulta uniforme.

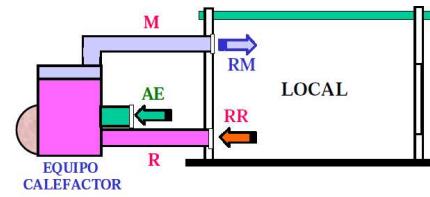
- **Calefacción por vapor a baja presión**: útil en edificios muy extensos o altos y en los que sea esencial una puesta en régimen rápida por tener bruscas o repentinas variaciones de carga térmica.



Ventajas: rápida puesta en marcha y régimen por el calor latente de vaporización del fluido; no hay posibilidad de congelamiento; menores inconvenientes si se deterioran las cañerías respecto a agua caliente.

Desventajas: el calor es fuerte; el funcionamiento es ruidoso por la condensación del vapor cuando las cañerías están frías; menor durabilidad de las cañerías porque se oxidan y corroen; difícil de regular; no hay calor remanente en los equipos terminales al cerrar la llave; la distribución del calor no es uniforme porque las fuentes emisoras son puntuales.

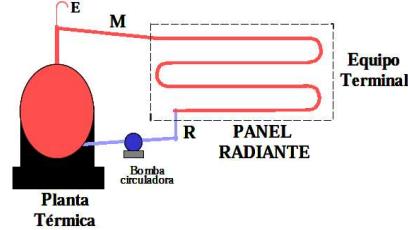
- **Calefacción por aire caliente (circulación forzada)**: útil en edificios extensos y de poca altura (residencias de dos o tres plantas, locales comerciales) y aquellos que requieran una rápida puesta en régimen.



Ventajas: calor suave; rápida puesta en marcha y régimen; posibilidad de ventilar; no hay problema de pérdidas de agua; alta durabilidad de las canalizaciones; buena distribución del calor si se ubican correctamente los equipos terminales.

Desventajas: no hay posibilidad de regulación por parte del usuario; no hay calor remanente en los equipos; requiere amplitud de espacio para colocar los conductos.

- **Calefacción por paneles radiantes (circulación forzada)**: útil en zonas de poca variación térmica en el día, y en edificios extensos. Actualmente se tiende a utilizarlo como un sistema individual.



Ventajas: calor suave; silencioso; mayor duración de cañerías si están protegidas y revestidas; permite ventilar por ventanas con poca pérdida calórica; distribución de calor uniforme porque las superficies emisoras son grandes; flexibilidad de los locales porque no hay equipos terminales puntuales.

Desventajas: gran inercia térmica que dificulta la regulación; requiere un muy buen sistema de controles de temperatura; lentitud de puesta en marcha y régimen; graves inconvenientes si se producen pérdidas de agua; se puede congelar el agua en zonas de baja temperatura.

CARACTERÍSTICAS DE CADA SISTEMA: AIRE ACONDICIONADO

- **Sistema individual: expansión directa**: útil donde los requerimientos de bienestar son estándar (no precisos) y cuando se requiera flexibilidad de los locales. Pueden ser tipo ventana, tipo separado o tipo compacto (bajo, medio y alto poder calorífico, respectivamente)

Ventajas: bajo costo de instalación (equipos prefabricados); no requiere grandes espacios para sala de máquinas; buena distribución del aire; posibilidad de independizar locales.

Desventajas: capacidad frigorífica y caudal de aire limitados; alcance reducido; duración limitada; alto costo operativo del tipo ventana; alto costo de mantenimiento por la cantidad de equipos a instalar; se requiere planta térmica para el ciclo invierno en equipos autocontenidos y de capacidad importante; limitación en los porcentajes de aire exterior a utilizar.

- **Sistema central: expansión directa**: útil en edificios de plantas extensas y elevación menor a 10 pisos.

Ventajas: buena distribución del aire y satisfacción de los requisitos higrotérmicos; bajo costo de instalación respecto a los mixtos; capacidad frigorífica y caudal ilimitados; bajo costo de mantenimiento (componentes centralizados en sala de máquinas); mayor vida útil; sin limitación del porcentaje de aire a utilizar.

Desventajas: requiere grandes espacios de conductos y sala de máquinas; sin posibilidad de zonificar; limitación del volumen a impulsar.

- **Sistema mixto: expansión directa (Sistema de refrigerante variable VRV)**: útil cuando el edificio no cuenta con espacios o no se pueden generar (ej. Edificio histórico).

Ventajas: satisface los requisitos y tiene capacidad ilimitada; no se limita el porcentaje de aire exterior; no requiere espacio de conductos ni sala de máquinas, sin inconveniente de pérdidas de agua; flexibilidad total de zonificación y regulación; variedad de equipos terminales.

Desventajas: alto costo inicial (pero equivalente a otros sistemas cuando se consideran los costos de operación y mantenimiento); complejidad que requiere personal capacitado; menor vida útil.

- **Sistema mixto: expansión indirecta**: útil en edificios de desarrollo vertical y gran altura.

Ventajas: no requiere grandes espacios; flexible; buena distribución del aire y satisfacción de requisitos térmicos; sin limitación del porcentaje de aire exterior a utilizar.

Desventajas: caudal de aire y alcance limitado; alto costo de instalación y mantenimiento; requiere espacio para sala de máquinas; utiliza agua por lo que podría tener pérdidas.

→ La **conveniencia de utilizar un sistema individual** o semi-centralizado frente a uno central se asocia principalmente a que se tienen distintos usuarios y distintos usos de los locales. El acondicionamiento individual puede ser accionado cuando el usuario lo requiera y ser regulado a gusto particular. A su vez, asegura los costos reales de funcionamiento porque lo paga quien lo consume y desembolsa sus propios gastos de reparación.

Se tienen tablas de sistemas de acondicionamiento recomendados para distintas aplicaciones de los edificios o locales. A su vez, se tiene una recomendación de la importancia que tiene la regulación de los distintos parámetros (temperatura, humedad relativa, ruido, filtrado de aire, velocidad de aire, caudal de aire) según el uso.

COMPONENTES DEL SISTEMA

❖ PLANTA TÉRMICA DE CALEFACCIÓN: COMPONENTES

CALDERAS

Produce la cantidad de calor que se requiere para satisfacer las condiciones térmicas en época invernal. Se clasifican en:

- Calderas para sistemas de calefacción centrales o mixtos:

Seccionales – hierro fundido: muy caras, pesadas, bajo rendimiento, pero se moldean con la forma y tamaño más adecuados y se montan fácilmente, en secciones de fundición de hierro.

Tubulares – chapa de acero: más baratas, pero requieren pasos y aberturas importantes porque no se pueden desarmar.

Humotubulares o Acuotubulares

Hogar presurizado – acero: costo medio; excelente rendimiento, menor tamaño y se pueden desarmar.

“Caldera de 3 pasos”: primero, se efectúa la combustión en el hogar y cámara de retorno de gases de combustión; segundo, los productos se desplazan hacia la parte posterior de la cámara donde invierten su dirección y pasan por el haz de tubos; tercero, los gases de la combustión invierten nuevamente su recorrido en la tapa frontal, pasando por el segundo haz de tubos y llegando a la caja de humos, siendo evacuados por la chimenea.

- Calderas para sistemas de calefacción individual o compactas integrales: satisfacen las necesidades de locales individuales. Generalmente se utiliza gas natural como combustible.

Tipo calefón: son acuotubulares, donde el agua se calienta en una serpentina sometida directo al fuego del quemador.

Tipo mural o cocina: son humotubulares y suelen colocarse bajo mesada.

Seccionales compactas – hierro fundido.

QUEMADORES

Producen la mezcla del combustible y el comburente. Se clasifican según el combustible que utilizan: líquidos pesados (prohibidos), líquidos livianos, gas natural (aconsejable) o gas envasado. Según el funcionamiento pueden ser manuales (inseguros), semiautomáticos o automáticos.

CONTROLES

Los controles mínimos de una caldera de agua caliente son:

- Termómetros (lectura visual) y termostatos (automático) para conocer la temperatura del agua de mando. Los termostatos actúan cuando se alcanzan valores límite de temperatura, para accionar comandos que la estabilicen.

Los termostatos dentro de los locales permiten mantener las condiciones de diseño interiores.

- Hidrómetro (visual) y acuostato (automático) permiten conocer el nivel que alcanza el agua en el tanque de expansión. El acuostato permite actuar sobre los comandos si se aleja de los niveles de funcionamiento normal.

Los controles mínimos de una caldera de vapor son:

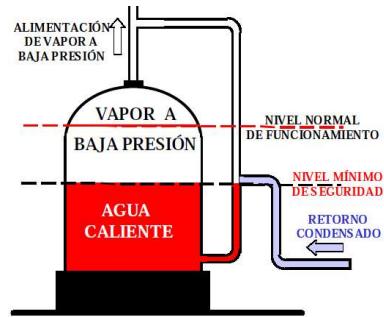
- Hidrómetro y acuostato que debe garantizar la altura determinada para el funcionamiento correcto.

- Manómetro de resorte (visual) y presostato (automático) para señalar la presión de vapor contenida en la caldera e interrumpir el funcionamiento si se sobrepasa un límite.

- Silbato de alarma: indica de forma audible el exceso de presión

- Válvula de seguridad: actúa en caso de sobrepresiones

Para que la caldera no se quede sin agua (por sobrepresión o rotura de cañería de retorno), se realiza la “conexión Hartford” que une la cañería de retorno y la de alimentación, para igualar las presiones y evitar que se pueda vaciar la caldera por la cañería de retorno.



ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE

Cuando el combustible es líquido, se almacena en depósitos metálicos (prefabricados) o de hormigón armado (in situ, se pueden adecuar al espacio disponible). Se debe garantizar la estanqueidad y el código de edificación exige enterrarlos bajo tierra al menos 1m y alejado de muros divisorios. Debe tener una válvula de fácil acceso a la cañería de consumo. La entrega de combustible es por camiones que descargan mediante una manguera a una cañería de alimentación. El tanque debe contar con entrada para un hombre para verificación y limpieza.

Cuando el combustible es gas natural o envasado, el dimensionamiento depende de las normas dadas por el prestador del servicio.

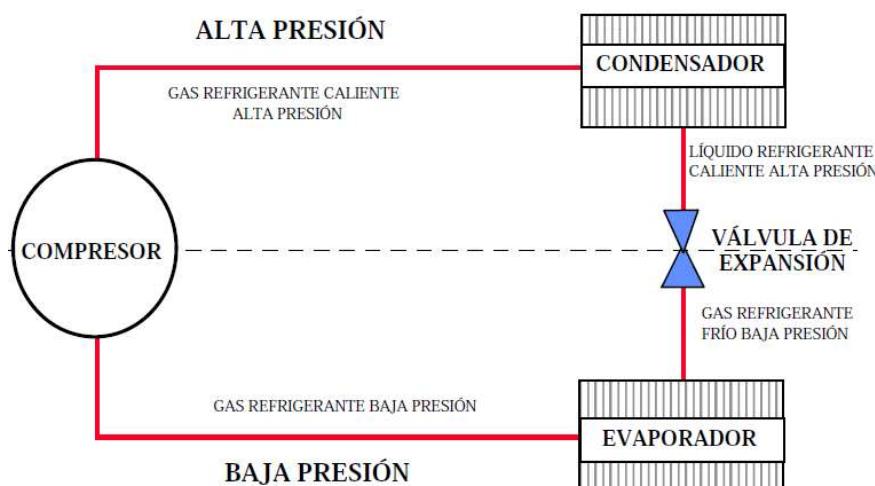
CONDUCTO DE EVACUACIÓN DE PRODUCTOS DE COMBUSTIÓN

Para que el quemador funcione, se debe proveer aire y evacuar los gases de combustión, generando una corriente de aire. Los gases calientes tienden a elevarse, ocupando el conducto y generando la aspiración de nuevo aire. Existen chimeneas prefabricadas y se clasifican según código de edificación en: chimeneas de baja temperatura ($<330^{\circ}\text{C}$), media temperatura o alta temperatura ($>660^{\circ}\text{C}$), donde se dan los espesores mínimos y altura requerida.

Altura: El remate debe quedar al menos 2m sobre azotea transitable. Puede ser solo 60cm sobre techo intransitable o techo inclinado menos de 25cm. No rematar a menos de 20cm más arriba que cualquier cumbre que esté a menos de 3m en techos de inclinación mayor a 25%.

Ubicación: no puede rematar a menos de 2m del eje separativo de predios o la boca deberá elevarse 1,5m sobre el coronamiento del muro menos la distancia entre la boca y el eje divisorio.

❖ PLANTA TÉRMICA DE REFRIGERACIÓN MECÁNICA (CICLO DE COMPRESIÓN)



Ciclo de compresión

COMPRESOR

- Alternativo: el pistón, en sentido descendente, succiona vapor refrigerante a baja presión y temperatura del evaporador y en la ascendente lo comprime, cerrando la válvula de succión y descarga a alta presión y temperatura. Puede ser abierto, hermético o semi-hermético según cuál sea el acoplamiento con el motor.
- Centrífugo: la compresión del refrigerante se produce por acción centrífuga de un rotor a alta velocidad. Sirve para sistemas de gran capacidad. Pueden ser abiertos si el motor no está en contacto con el compresor o hermético cuando forma una unidad compacta (más usado)
- Tipo tornillo: comprimen el refrigerante por medio de dos engranajes helicoidales de desplazamiento. Funcionamiento suave, sin vibraciones, útil para capacidades medias y grandes, fácil de regular.
- Rotativo: una paleta separa dos zonas dentro del cilindro, en las que se genera depresión o compresión, a medida que gira el pistón. Útil para capacidades chicas; es silencioso, pero requiere una construcción muy precisa.

CONDENSADOR

- Refrigerado por aire: el gas refrigerante es descargado por el compresor en la parte superior de una serpentina de cobre y sale licuado por la parte inferior. Un ventilador provoca una corriente de aire para aumentar la transferencia de calor por la serpentina. La eficiencia depende de la capacidad de eliminar el calor del gas hacia el medio enfriante. Requieren tomar aire exterior a la menor temperatura posible y eliminarlo cuando se produce la transferencia de temperatura. Tiene menores inconvenientes de mantenimiento.
- Refrigerado por agua: más eficiente porque permite obtener temperaturas más bajas, pero requiere mantener otras instalaciones. Circula agua dentro de tubos y por fuera el gas refrigerante a condensar. Puede ser multitubular (> 5 TR), de inmersión (hasta 3 TR) o de doble tubo (el refrigerante pasa en sentido contrario entre los tubos; alto rendimiento porque desde el exterior se logra un enfriamiento adicional).

Requieren una “Torre de enfriamiento”. Se utilizan en aire acondicionado las de tiro forzado que tienen un ventilador que fuerza el contacto del agua con el aire. Requiere reposición constante de agua para compensar la que se evapora y la que se pierde por accionar el ventilador, por lo que se conecta directo al tanque de reserva con flotante mecánico y llave de paso. Se suele colocar en azoteas por la necesidad de fácil y amplia ventilación a sus costados.

- Evaporativo: el condensador y la torre de enfriamiento conforman un equipo de gran eficiencia y que debe ubicarse seguido al compresor porque se unen por una tubería refrigerante que debe ser lo más corta posible. El refrigerante es enfriado y licuado en la serpentina sobre la que llueve agua y hay un ventilador que produce circulación de aire en sentido opuesto al agua.

DISPOSITIVOS DE EXPANSIÓN DEL REFRIGERANTE

Permiten dividir el sistema en dos zonas: una de alta y otra de baja presión.

- Tubo capilar: se utiliza en aparatos de poca potencia frigorífica (heladeras eléctricas, acondicionadores individuales). Simple, prefabricado, pero con menor rendimiento. Crea una pérdida de carga suficiente para equilibrar la diferencia de presión entre descarga y aspiración.
- Válvula de expansión: asegura la alimentación automática de refrigerante al evaporador, para un llenado máximo en función del calor exterior. Las más usadas son termostáticas que, si sube la carga calorífica en el evaporador, el aumento de temperatura de gas a su salida aumenta la presión de un lado del diafragma y abre una válvula, permitiendo mayor paso del líquido refrigerante.

EVAPORADOR

Enfria el fluido transportador de calor. Si enfria agua, se denomina intercambiador y está conformado por tubos de cobre para aumentar la transferencia de calor y está aislado exteriormente con neopreno. Si enfria el aire a inyectar al local, se compone de una serie de tubos de cobre con aletas que favorecen la transferencia.

REFRIGERANTE

Para ser utilizado en refrigeración de confort, el fluido debería cumplir:

a) Desde el punto de vista termodinámico

- Punto de ebullición, a presión atmosférica, lo suficientemente baja, aptas para las fuentes de utilización de la instalación de aire acondicionado, (Temperatura de evaporación).
- Calor latente de vaporización elevado.
- Bajas presiones de trabajo.
- Bajo volumen específico del vapor saturado que haga posible la utilización de un compresor y de tuberías de dimensiones reducidas.

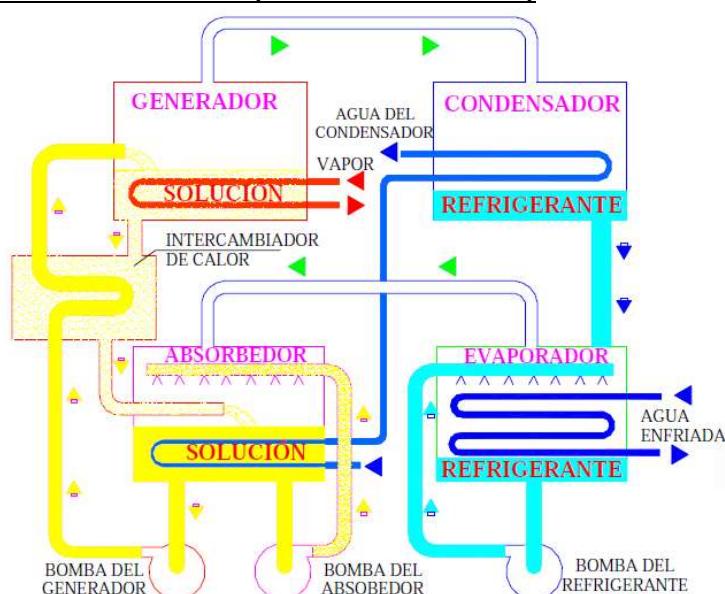
b) Desde el punto de vista de utilización

- No ser tóxico, debe tener olor agradable o ser inodoro.
- No ser explosivo, inflamable, en contacto con el aire.
- No debe ser corrosivo ni irritante.
- No debe ser perjudicial para la salud.
- No debe ser perjudicial para los alimentos.
- Fugas que sean fáciles de detectar y de localizar por medios visuales.
- No debe afectar la capa de ozono (Protocolo de Montreal sobre sustancias que afectan a la capa de ozono).
- Ser de un costo poco elevado y de fácil aprovisionamiento.

Como ningún fluido posee todas las cualidades, el criterio para seleccionar es el comportamiento termodinámico, el asociado a la salud, seguridad, impacto ambiental y costo. Ej. Si contiene mucho hidrógeno, es inflamable; si contiene mucho cloro, es tóxico y afecta a la capa de ozono.

Actualmente se usa hidrofluor carbonado.

❖ PLANTA TÉRMICA DE REFRIGERACIÓN (CICLO DE ABSORCIÓN)



Intervienen dos sustancias: una refrigerante y una absorbente. Se suelen utilizar sales de litio y agua. La solución absorbente puede absorber vapor del refrigerante y el refrigerante hierve cuando se somete a una presión más baja.

A diferencia del ciclo de compresión, utiliza un depósito de absorción, una bomba de agua, una fuente de calor y un depósito separador para transformar el vapor a alta presión y temperatura, para pasar al condensador. Se rocía agua dentro de un evaporador en el que se mantiene un alto grado de vacío. Una parte del agua se evapora muy rápidamente y enfriá la cantidad restante. El vapor de agua es absorbido por una solución de bromuro de litio existente en la cámara de absorción. La solución resultante es después calentada en el generador para separar de dicha solución el agua que contiene evaporándola, la cual se condensa a continuación en el condensador y retorna al evaporador, con lo que el ciclo se completa.

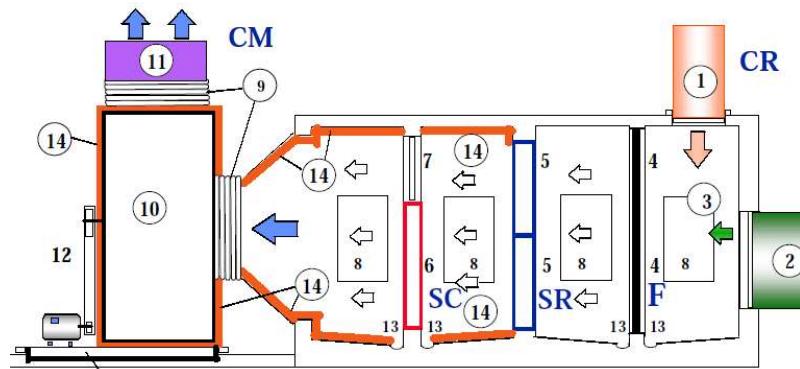
❖ DISPOSITIVOS DE REGULACIÓN

Termostatos: aparatos que abren y cierran un circuito eléctrico bajo la acción de una variación de temperatura. Pueden ser de ambiente (en el interior del local), de evaporadores o para líquidos.

Presostatos: pueden ser: De regulación (baja presión) - De seguridad (alta presión) - Combinados – Diferenciales - Humidostatos.

❖ PLANTA DE TRATAMIENTO: SISTEMA CENTRAL

Se puede hacer la instalación de un equipo compacto, conectando los conductos y accesorios, porque todos los equipos están ensamblados en una sola unidad. Se debe adoptar una disposición fácilmente manejable, considerando que se debe ubicar la planta en sala de máquinas y de dimensiones importantes.



1. Conducto aire recirculado con persiana de regulación.
2. Conducto aire exterior con persiana de regulación.
3. Cámara de mezcla.
4. Batería de paneles filtrantes 50 x 50 x 5 cm.
5. Serpentinas de enfriamiento.
6. Serpentinas de calefacción.
7. Persiana de by-pass.
8. Puertas de acceso 60 x 120 cm.
9. Uniones flexibles.
10. Ventilador centrifugo.
11. Conducto aire de mando.
12. Motor eléctrico con transmisión de correas y poleas.
13. Desagües a piletas de piso.
14. Aislación térmica.

Las **rejas y persianas** de aire exterior deben cumplir los requerimientos de caudal de aire exterior. Las persianas sirven como protección al ingreso de agua o nieve y se colocan rejas para retener elementos que pudieran ingresar al sistema.

Se utilizan equipos para **purificar el aire**, reduciendo o eliminando el contenido de partículas o gases indeseables en el aire a inyectar dentro del local. El aire exterior lleva impurezas que dependen del lugar del que toma aire, la composición y la concentración de polvo atmosférico. El aire de recirculación tiene polvo proveniente del roce con el suelo, alfombras, ropa e impurezas del humo de tabaco o la respiración. La purificación será:

- **Fisicoquímica:** separación de cuerpos extraños. Filtros de baja eficiencia (metálicos secos, fibra sintética, lana de vidrio, carbón activado), de mediana eficiencia (metálicos viscosos, plisados, electrónicos) de alta eficiencia (plisados rígidos, de bolsa) o absolutos (más efectivos, pero más caros).

- Biológica: se asocia a controlar la humedad y temperatura (contribuyen al desarrollo de gérmenes) para lograr una purificación completa, ya que los procedimientos de purificación fisicoquímica contribuyen a reducir la presencia de gérmenes.

Los filtros deben ubicarse dentro de la cámara de tratamiento, antes de que el aire atraviese el equipo de acondicionamiento, limpiando el aire y manteniendo limpio el equipo. Si hay limitación de espacio, se disponen en forma de V o W para alcanzar la superficie de filtrado necesaria. La selección del filtro implica considerar la eficiencia (capacidad para remover la mayor cantidad de partículas de la vena de aire), la caída de presión que origina (cuanto mayor sea la caída por la resistencia que ofrece el filtro, más energía se requiere por parte del ventilador) y la velocidad del aire (se limita para reducir la caída de presión y evitar un rápido ensuciamiento). De tabla se tienen valores recomendados de tipo de filtro, retención y eficiencia según el uso.

Los dispositivos de calefacción calientan el aire por convección forzada.

- Se tienen serpentines o baterías calefactoras para precalentamiento (se recomienda que sean anticongelantes; se colocan donde la cantidad de aire exterior tratado es mínima) o para recalentamiento (proveen cargas extra, generalmente en primeras horas de la mañana). El diámetro se puede determinar por la velocidad límite recomendada o limitaciones de espacio. El número de filas y espacio entre aletas depende del salto térmico necesario. Los serpentines de agua caliente o vapor a baja presión requerirán una distancia mínima a la salida para instalar tuberías de condensado.
- Los calentadores eléctricos no se usan en el país por el consumo eléctrico elevado.
- Los calentadores de gas combustible se suelen ensamblar en conductos de aire.

Los evaporadores son dispositivos de refrigeración que serán serpentinas o baterías para pre-enfriamiento, refrigeración y deshumectación. Si son de expansión indirecta emplean agua fría y si son de expansión directa emplean refrigerante.

Los humidificadores y separadores de gotas son rociadores y eliminadores. La humectación es necesaria en invierno y en zonas de climas secos o para determinados procesos industriales o características particulares de locales.

- Humidificadores de bandeja con serpentín de calentamiento – de vapor – de filtro húmedo – de pulverización.

El by-pass de aire se emplea para intensificar la circulación de aire en el espacio acondicionado y para controlar la temperatura del aire a la salida. Se usan tubos de paso o derivación fijos cuando se necesita intensificar la circulación, ya que permiten que el aire de retorno pase por el ventilador sin pasar por un elemento de intercambio de calor.

Los ventiladores deben compensar las pérdidas de energía en los distintos componentes de la instalación, para que el movimiento de aire se mantenga. Para evitar la transmisión de vibraciones, debe unirse al conducto principal con una junta elástica.

Pueden ser ventiladores centrífugos cuando el aire circula radialmente a través del rotor (de doble o simple entrada; con salida horizontal o vertical) donde el de simple entrada se ubica fuera de la cabina acondicionadora y el de doble entrada dentro del recinto de tratamiento. Los de paletas curvadas hacia adelante o “multipalas” funcionan a bajas velocidades y son más pequeños y silenciosos; los de paletas curvadas hacia atrás respecto a la dirección de movimiento son de mayor rendimiento y se usan en sistemas centrales porque son ruidosos; los de paletas radiales se limpian solos y sus características son intermedias respecto a los otros dos.

Los ventiladores axiales, en los que el aire circula axialmente a través del rotor, son de buen rendimiento ante grandes caudales a bajas presiones; se usan en sistemas de ventilación y unidades condensadoras.

La selección del ventilador depende del caudal, la pérdida de presión a compensar, la densidad del aire, el nivel de ruido aceptable y factores económicos como tamaño, clase de construcción y rendimiento aceptables.

La carcaza de la cámara de acondicionamiento de climatizadores centrales debe evitar la fuga de aire y evitar restricciones en el movimiento del aire. Debe resistir roturas o deformaciones ante condiciones de funcionamiento máximo. Pueden ser de chapa de acero o aluminio o mampostería. Debe estar iluminada para mantenimiento y limpieza. Los desagües no deben conectarse directamente a cloacas y debe haber acceso a todos los componentes, con puertas que abren hacia afuera y burletes.

❖ CANALIZACIONES Y CAÑERÍAS

Cañerías de calefacción: Deben resistir las presiones de trabajo, ser trabajables y durables, sin elevado costo.

- Hierro negro: para agua caliente o vapor a baja presión. Con o sin costura. Unión a rosca con accesorios o por soldadura autógena.
- Latón: unión a rosca con aislación incorporada o por soldadura. Problema de dilatación
- Polipropileno con cubierta aislante: unión por termofusión o electrofusión
- Polietileno reticulado: para pisos radiantes. Se evitan uniones.

El tendido debe permitir la libre y fácil dilatación cuando el desarrollo sea extenso. Se deben colocar dilatadores tipo U o lira y amortiguadores de dilatación con fuelle de acero inoxidable.

Las aislaciones deben ser continuas y uniformes, incluso en pases. Si están bajo tierra, se debe hacer canaleta de mampostería ventilada y accesible. Si están a la vista o embutidas, se usa media caña de poliestireno expandido o lana de vidrio. Cuando están a la vista, se protege con chapa de aluminio o galvanizada.

Cañerías de refrigerante: deben ser de cobre electrolítico. Se unen al compresor por juntas elásticas.

Red de conductos:

- Chapa de hierro galvanizado: el más utilizado. Los espesores dependen del lado mayor del conducto. Mayor peso.
- Fibra de vidrio de alta densidad: revestida exteriormente con papel de aluminio. No se puede utilizar para altas velocidades. Tiene bajo peso y no requiere aislación térmica.
- Lana de vidrio: paneles rígidos cuya superficie exterior está recubierta por tres capas que aíslan como barrera de vapor y dan estanqueidad.
- Mampostería: generalmente para retornos enterrados o a la intemperie. Requiere en su interior el conducto de chapa aislado.
- Chapa de aluminio: similar a los de chapa galvanizado, pero de mayor costo.

Los conductos de chapa se unen con pestañas, juntas o marcos. Se aíslan con lana de vidrio (más usado, con una cubierta de papel kraft; se ata con alambre galvanizado y se colocan ángulos esquineros de chapa), poliestireno expandido o corcho.

Los de fibra de vidrio se unen por encastres con herramientas especiales y broches metálicos.

❖ EQUIPOS TERMINALES

REJAS	DIFUSORES
FUNCION : de alimentación de retorno de toma de aire exterior de expulsión	FUNCION : de alimentación de retorno de retorno y alimentación
UBICACION: de pared de piso de techo	UBICACION: de techo
MATERIAL: de chapa de acero negro de aluminio	MATERIAL: de chapa de acero negro de aluminio
REGULACION: sin regulación simple regulación doble regulación	REGULACION: sin regulación con regulación

- De alimentación: reparten el aire en cantidad y velocidad adecuadas, sin producir ruidos ni causar corrientes de aire.
- De retorno: extraen el aire de los locales para conducirlo a los conductos de retorno hacia la planta de tratamiento
- De toma de aire exterior: toman el aire del exterior y lo llevan a la planta de tratamiento. Debe instalarse en zonas donde se pueda tomar el aire con menor cantidad de impurezas (no a nivel del piso por polvos; no cerca de chimeneas o ventilación de baños y cocinas; no cerca de artefactos eléctricos que atraigan insectos). Con malla de alambre interior y tipo persiana para evitar entrada de agua de lluvia.
- De expulsión: expulsan el aire cuando no puede escapar por infiltración.

Ubicación:

- Rejas de pared: para alimentación y retorno
- Rejas de piso: para alimentación y retorno. Solo casos particulares porque arrastra polvo.
- Rejas de techo: solo retornos.

Materiales:

- Chapa de hierro negro, tratadas con anticorrosivos y pintura exterior.
 - Aluminio color natural o anodizado (mejor terminación a mayor costo)
-
- Sin regulación: solo para retornos porque no permiten regular el caudal de aire que la atraviesa.
 - Con simple regulación: permiten dar direccionalidad al aire con las aletas horizontales además de regular el caudal. Sirven para alimentación y retorno
 - Con doble regulación: con aletas horizontales y verticales se regula el caudal y direcciona el aire. Sirve para alimentación.

❖ DISTRIBUCIÓN DE AIRE ACONDICIONADO

La distribución del aire de un local debe evitar la formación de corrientes molestas por la sensación de frío o calor (al inyectar aire a temperatura alta, baja o a elevada velocidad $V > 25\text{cm/s}$) y la formación de zonas de estancamiento de aire ($V < 8\text{cm/s}$) porque implica concentración de contaminantes.

- Se definen zonas del local que pueden ser ocupadas por personas y espacios que no (ej. Parte cercana al techo), con lo que el aire debería entrar al local por la zona no ocupable y disminuir la velocidad y temperatura antes de entrar a la zona ocupable (Velocidades entre 10-25cm/s).
- Se debe considerar la corriente convectiva que, en verano, tiende a llevar el aire caliente al techo mientras que, en invierno, va hacia el suelo.
- El movimiento de aire más conveniente para las personas será el que produzca una sensación de confort (no hacia la nuca o los pies)

El **proyecto** consiste en:

Estudio de planos: contar los espacios necesarios y determinar las características de los distintos locales a acondicionar.

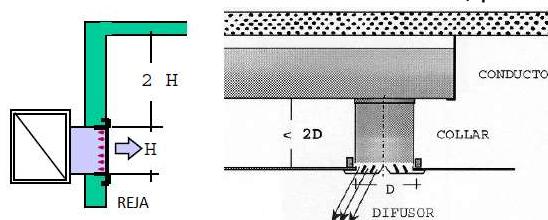
Elección del tipo de distribución: a criterio del proyectista, según las zonificaciones que determinan cuántas unidades se deben adoptar.

Selección de equipos terminales: se deben considerar diversos factores:

Forma: Las rejillas pueden ser cuadradas (menor perímetro, mejor circulación de aire) o rectangulares (cuando hay espacio limitado) – Los difusores pueden ser circulares, cuadrados o lineales (selección arquitectónica)

Distancia:

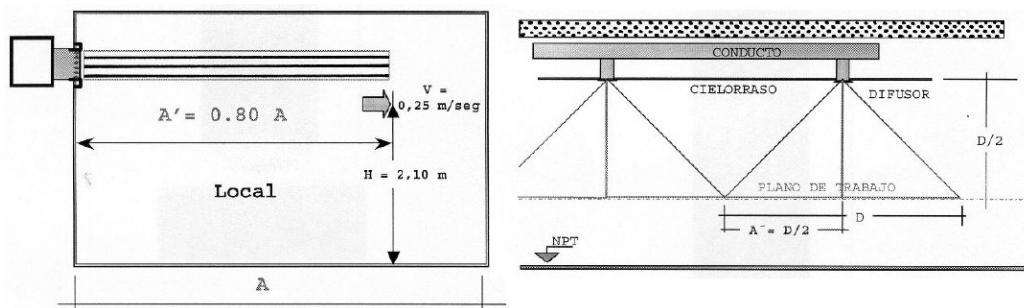
De la reja al cielorraso, al menos dos veces su altura, para que la inyección de aire no se interrumpa. Del difusor al conducto de alimentación, al menos dos veces el diámetro del difusor, para que el aire ocupe toda la sección.



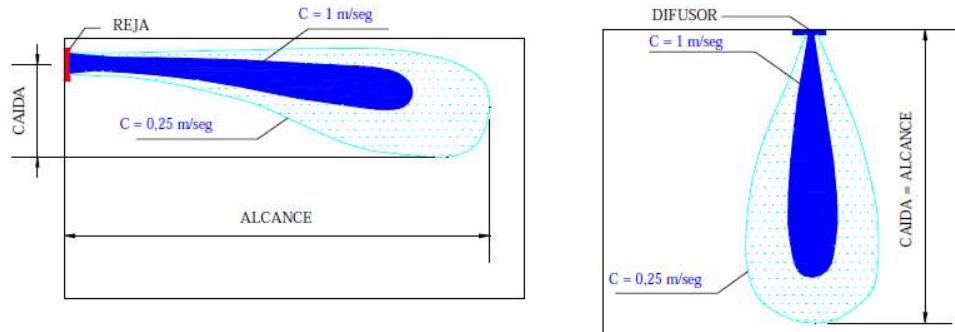
Alcance (distancia de impulsión):

Para las rejillas, es la distancia horizontal que recorre una corriente de aire desde la salida hasta un punto donde alcanza una $V^{\min}=0.25\text{m/s}$ medido a 2.10m del suelo. Se considera que el alcance correcto es 80% del lado del local (poco alcance queda con poco movimiento de aire y excesivo alcance produce rebote en la pared opuesta, generando corrientes molestas)

Para los difusores es la distancia horizontal que recorre una corriente de aire desde el centro del difusor y el punto donde la velocidad del aire alcanza una $V^{\min}=0.25\text{m/s}$ medido a la altura del plano de trabajo, 1.20m sobre el suelo.

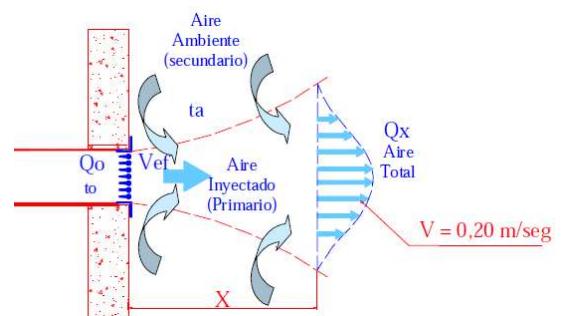


Caída: es la distancia vertical desde la posición de la boca de impulsión hasta el punto más bajo donde haya $V=0.25\text{m/s}$.



Inducción: es el arrastre de aire del local a acondicionar por el aire impulsado por la boca de salida, según la velocidad. "Aire primario" es el caudal de aire que sale de la boca de impulsión; "Aire secundario" es el caudal de aire del local que será aspirado y arrastrado a lo largo de la trayectoria del aire primario; "Aire total" es la mezcla. (De dos bocas de impulsión de igual área, la de mayor perímetro tiene mayor inducción y su alcance es menor)

- Inducción mínima y máximo alcance con sección circular
- Inducción máxima y mínimo alcance con sección rectangular estrecha.



Separación: Depende de la dispersión, que es el ángulo de divergencia de la corriente de aire. Si los deflectores son perpendiculares al conducto, se tiene alcance máximo.

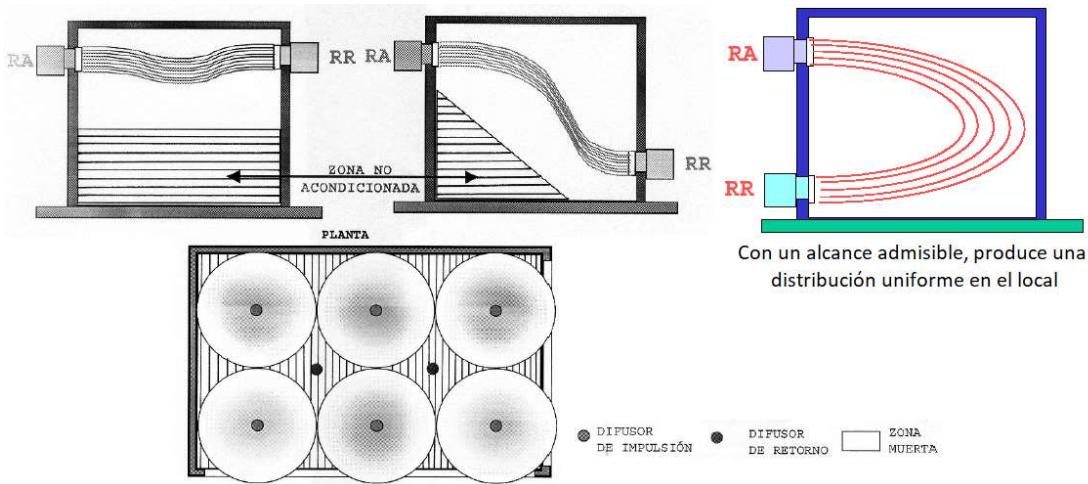
La distancia entre centros de rejillas ubicados sobre el mismo paramento debe ser igual a la dispersión de las rejillas. Para difusores se considera con un ángulo de salida de 45°, por lo que la separación será el doble del alcance.

Caudal de aire: depende de la cantidad de calor a extraer o suministrar al local.

Velocidad de inyección y retorno: influye en el ruido que se genera por turbulencias cuando el aire pasa por los elementos. Se puede reducir el ruido con una menor velocidad de impulsión y repartiendo el volumen total entre varios equipos terminales. Se tienen valores recomendados de velocidad y niveles sonoros según el uso del local. Los difusores admiten mayores velocidades de inyección por la dirección en la que se inyecta.

Ubicación de los equipos terminales de impulsión: difusores; rejillas próximas al techo con impulsión horizontal; rejillas próximas al suelo con impulsión horizontal; rejillas próximas al suelo con impulsión vertical (con y sin difusión).

Ubicación de los equipos terminales de retorno: en lo posible, en zonas muertas o de estancamiento de aire. Su posición depende de la posición relativa de los equipos terminales de alimentación. La ubicación más aconsejable no siempre puede elegirse, por motivos constructivos o arquitectónicos.

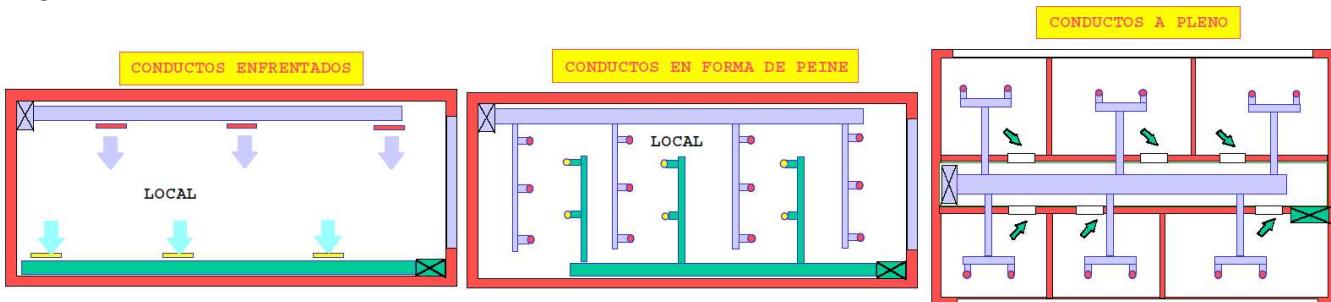


Red de conductos: se clasifican por la velocidad y presión dentro de los mismos:

1. Acondicionamiento de aire para locales comerciales
 - a) Baja velocidad: hasta 12 m/seg. – Entre 6 y 12 m/seg
 - b) Alta velocidad: más de 12 m/seg
2. Acondicionamiento de aire para locales industriales
 - a) Baja velocidad: hasta 12 m/seg. – Entre 11 y 12 m/seg
 - b) Alta velocidad: de 12 m/seg a 15 m/seg
1. Baja presión: hasta 90 mm ca
2. Media presión: desde 90 mm ca hasta 180 mm ca
3. Alta presión: desde 180 mm ca hasta 300 mm ca

El correcto diseño de la red debe considerar:

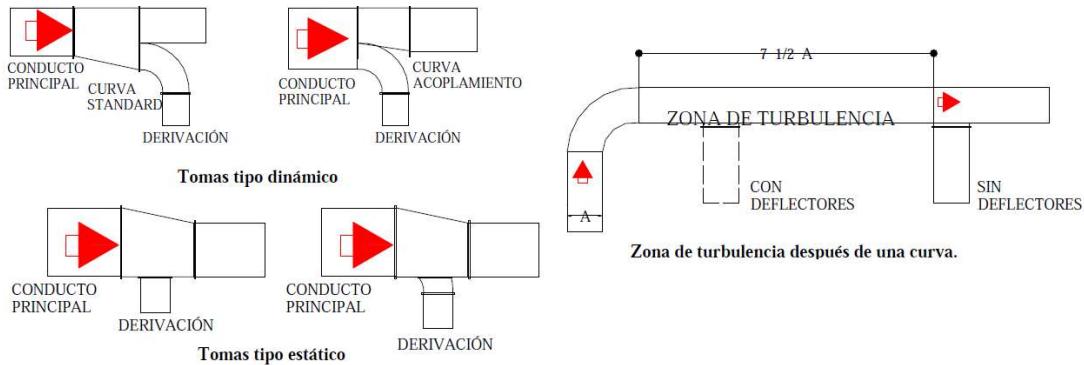
- Espacios disponibles para el pasaje de conductos
- Velocidades admisibles del aire: según el tipo de local, tipo de conducto y ubicación del mismo.
- Niveles de ruido tolerados: según el uso del local y la reglamentación vigente.
- Pérdidas o ganancias de calor a través de los conductos: se dan cuando atraviesan locales no acondicionados (requieren aislación) o cuando el conducto es de gran longitud. En conductos rectangulares, se reducen las variaciones cuando se adopta una baja relación de lados.
- Fugas de aire: se reducen con buena ejecución de uniones
- Pérdidas por fricción: se incrementa cuanto mayor sea la relación de lados de las secciones rectangulares; se minimiza con secciones circulares.
- Secciones a adoptar: pueden ser circulares (más eficiente y menor costo de chapa, pero mayor costo de fabricación y colocación), cuadradas (requiere mayores alturas, pero le sigue en eficiencia y costos a la circular) o rectangulares (menos eficientes y empeora con la relación de lados – máx. 3:1, pero es útil en bajas alturas para optimizar los espacios disponibles)
- Trazado de la red: evitar largos y tortuosos recorridos; evitar cruce de conductos para no requerir entretechos de gran altura. Las formas de trazado más utilizadas son:



(El trazado a pleno no es muy aconsejable, pero es útil en espacios reducidos porque aprovecha la diferencia de alturas existentes entre locales (ej. Pasillos).

El tendido de conductos debe considerar los distintos elementos requeridos:

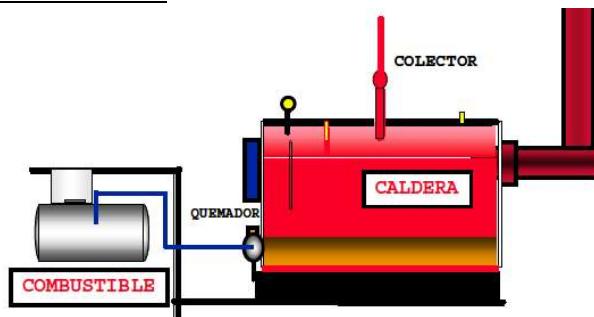
- Transformaciones: unen conductos de diferente forma o sección. Pendiente recomendada 15%. Las reducciones debidas a reducciones del caudal se recomiendan de 5cm y en un solo lado, para reducir costos.
- Codos: para cambios de dirección existen diversas piezas.
- Derivaciones: Las dinámicas aprovechan la velocidad de aire en el conducto principal para conducir a la derivación. En cercanías a una curva, la distribución de velocidades es desigual en una primera distancia y puede requerir aletas directrices de chapa con perfil aerodinámico. Las tomas estáticas utilizan la presión del conducto para conducir el aire a la derivación.



- Regulación del aire: se puede regular con compuertas.
- Cortafuegos: según las normas de seguridad de propagación de fuego y humos por los conductos, se puede colocar una pantalla de cierre vertical y horizontal, con detector de llama y humo que acciona su cierre.
- Compuertas de acceso: se instalan antes y después de los elementos como los cortafuegos.
- Amortiguadores de sonido: se intercalan para reducir el sonido que produce el aire, pero se debe considerar que generan una disminución de presión importante.
- Juntas de lona: evitan ruidos y vibraciones entre la cámara de tratamiento y ventilador y entre el conducto de impulsión y el ventilador.

DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO

❖ PLANTA TÉRMICA DE CALEFACCIÓN



Caldera: A partir del balance térmico total (suma del balance térmico de los locales) y conocido el calor a suministrar para calentar el agua durante el tiempo de suministro de la misma, la capacidad de la caldera deberá ser un 30% mayor a la suma de ambos, para considerar el servicio intermitente, la resistencia de los desvíos de cañerías y las pérdidas en la aislación de cañerías.

$$QT = 1.3 \cdot Q_C_{calefacción+ag} \quad \text{caliente}$$

Quemador: Se dimensiona de tabla, según el tipo de combustible con que se alimente a la caldera y el grado de automatización. Se obtiene el máximo consumo de gas o combustible líquido del quemador.

Conducto de evacuación de productos de combustión: Su sección dependerá del combustible utilizado, la altura del conducto de humos y la cantidad de calorías que produce la caldera.

Tanque de combustible: Según el consumo del quemador y el tipo de combustible, considerando si el funcionamiento de la caldera es continuo o intermitente, se debe considerar el intervalo de aprovisionamiento de combustible, una reserva mínima y volumen para pureza decantada y un adicional de seguridad por variación de volumen de entrega de combustible. Se obtiene el volumen del tanque.

Cañerías de combustible: se obtiene el diámetro de tabla según el desnivel horizontal y vertical entre el ingreso a la cañería y el filtro dentro del tanque de combustible.

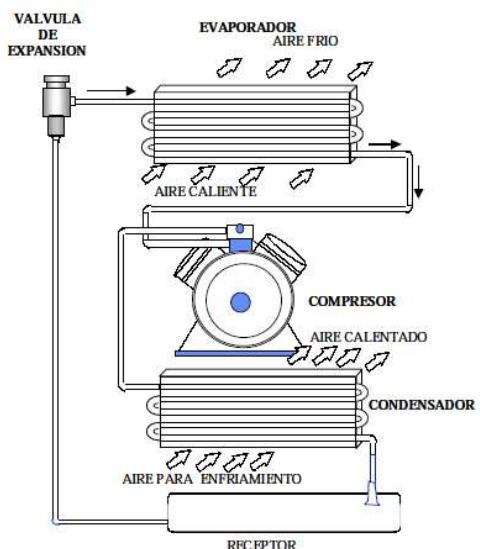
Alimentación del quemador a gas: se obtiene el diámetro de tabla según el consumo máximo de gas del quemador y la longitud de cañería interna (Desde el medidor)

Pozo de enfriamiento de la caldera: su volumen será el doble de la capacidad de agua de la caldera. Tendrá reja y bombeo manual cuando la capacidad sea menor a 300lts o tendrá caño de ventilación Ø100 y bombeo mecánico si la capacidad es mayor a 300lts. La profundidad del pozo debe exceder la medida de cualquiera de sus lados.

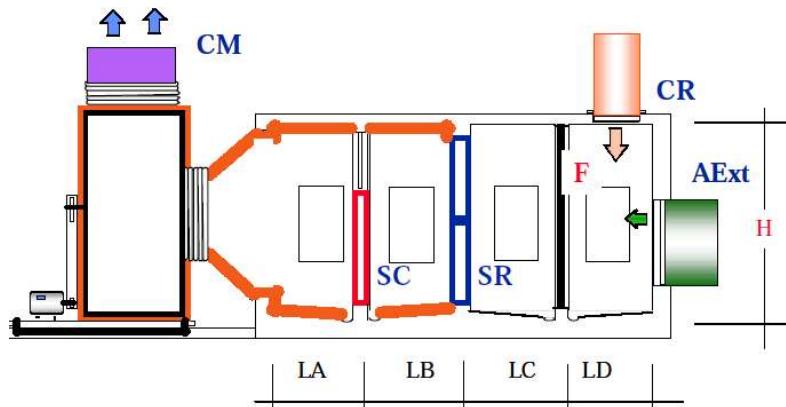
Altura mínima de sala de máquinas: Depende del tipo de calefacción. Se consideran las alturas de base de asiento, presiones y niveles requeridos para el funcionamiento. Varía según si es para calefacción por agua caliente o para calefacción por vapor a baja presión: Con o sin instalación de agua caliente central.

❖ PLANTA TÉRMICA DE REFRIGERACIÓN

La máquina frigorífica se puede elegir del catálogo del fabricante según el caudal de aire de mando y su temperatura y la temperatura del aire a la entrada y temperatura de rocío de la unidad acondicionadora. Depende de la potencia frigorífica.



❖ PLANTA DE TRATAMIENTO



Selección: $S = CaM/Va$

Caudal de aire de mando desde la unidad acondicionadora hacia el local – Velocidad de aire a través de los filtros (90m/min)

Longitud: Depende del espacio necesario para limpieza y reparación de los componentes (filtros, baterías, rejas)
 $LP = LA + LB + LC + LD + \text{Acoplamiento}$. Aprox. 5/6m.

Panel de filtros: sus dimensiones dependen del tamaño y distribución del tipo de filtro a emplear.

Batería de refrigeración: Se selecciona la batería con el caudal de aire de mando para ciclo verano, las velocidades, el factor de by-pass, la temperatura de aire de mando y la temperatura a la entrada de la unidad acondicionadora y la temperatura del punto de rocío del aparato.

Batería de calefacción: Se selecciona la batería con el caudal de aire de mando para ciclo invierno, con la velocidad de aire, la temperatura de aire de mando a la salida del equipo terminal y la del aire a la entrada de la unidad acondicionadora.

Ventilador: Según el caudal de aire de mezcla a suministrar por hora, la presión y el rendimiento, se tiene la potencia requerida. Debe suministrar la presión que se pierde por rozamiento en tramos rectos, por turbulencias y pérdidas localizadas, más las pérdidas en la planta de tratamiento, más la presión requerida a la salida del equipo terminal.

❖ RED DE CONDUCTOS DE BAJA PRESIÓN

Una vez definido el trazado y la cantidad y ubicación de equipos terminales, se determina el caudal en cada uno de ellos en forma proporcional al número de bocas (plantas libres) o según la cantidad de calor sensible a absorber en cada local (plantas compartimentadas).

- **Método de reducción de velocidad:** Se dimensionan los conductos fijando la velocidad a la salida del ventilador de impulsión y reduciéndola empíricamente en los tramos sucesivos. Se limita el nivel sonoro con valores máximos. El método solo se adapta a casos sencillos.

A medida que disminuye la velocidad de circulación, la presión aumenta y se traduce en recuperación de energía elástica. Se considera que la presión necesaria del ventilador será al menos la del tramo que tenga mayor pérdida de carga.

Las pérdidas por rozamiento se obtienen de un diagrama en función del caudal de aire y la caída de presión “Diagrama de pérdidas por rozamiento en conductos circulares Marelli” (chapa galvanizada). Se define un conducto de sección circular equivalente como aquel que tiene la misma longitud, mismo caudal y misma pérdida de carga por rozamiento que el rectangular.

Las pérdidas localizadas o accidentales se suman a las anteriores. Se pueden cuantificar con el método de la longitud equivalente donde cada accesorio se asocia a una longitud adicional que genera pérdidas por rozamiento. Al multiplicar la longitud total equivalente por la caída de presión unitaria, se obtiene la caída total.

- **Método de igualdad de pérdida por rozamiento o pérdida de carga constante:** Bajo la hipótesis de que se mantenga constante la pérdida de carga por metro lineal en toda la red, se adopta la velocidad en el conducto de mando a la salida del ventilador (según niveles sonoros admisibles) y se determina el caudal de aire de mando en el conducto principal para utilizar el diagrama Marelli y obtener la pérdida por rozamiento (con equivalencia entre circular o rectangular). Esa pérdida de carga se mantendrá constante para dimensionar toda la red. La caída de presión en el sistema será la longitud equivalente del circuito más desfavorable, por esta pérdida.

Es el método más utilizado, pero cuando hay diferencias de longitudes, los tramos cortos requieren mucho amortiguamiento, es difícil de equilibrar. Puede requerir compuertas en los difusores más próximos al ventilador.

- **Método de recuperación de presión estática:** Se dimensiona considerando que la velocidad del aire en el conducto se reduce en cada derivación o equipo terminal, de forma tal que la conversión de presión dinámica en estática equilibre la caída de presión en el tramo sucesivo. Se tiene la misma presión estática en todos los equipos, para tener una distribución de aire sin necesidad de dispositivos adicionales. Se calcula el tramo inmediatamente después del ventilador, según el ruido, y se dimensiona la primera sección con la tabla según el caudal de mando. Las demás secciones se dimensionan con el diagrama Relación Leq/Q y el de Recuperación elástica a baja velocidad. Se dimensiona en el sentido de movimiento del aire. El método da mayores dimensiones de conducto que los anteriores, pero menores necesidades de potencia y puesta en marcha.

❖ EQUIPOS TERMINALES

Una vez seleccionada la forma, material y ubicación, se determina el caudal de aire a inyectar y se determina, de gráficos y tablas del fabricante, el alcance y velocidad recomendados. Las dimensiones deben verificar que la velocidad a la salida sea aceptable según el nivel sonoro y luego se determina la pérdida de presión a la salida de la reja (para el cálculo del ventilador).

SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO

❖ SISTEMAS DE EXPANSIÓN DIRECTA

1) INDIVIDUALES:

Según el fluido que utiliza para enfriar el condensador:

- Equipo de condensación por aire
- Equipo de condensación por agua

Según su configuración:

- Equipo compacto
- Equipo partido

• Acondicionadores de ventana

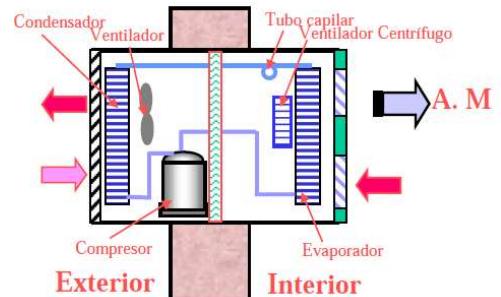
Según el tipo:

- Consolas
- Equipos partidos
- Equipos portátiles

Está compuesto por un equipo motocompresor, un compresor (enfriado por agua o aire), una serpentina enfriadora aletada (mejora el intercambio de calor), un ventilador (permite la distribución de aire) y un sistema de calor (resistencia eléctrica, a gas o bomba de calor)

- **Equipo individual de ventana o muro:** son fáciles de instalar en paredes o ventanas y los equipos son estandarizados, de bajo costo. Son de pequeña potencia (refrigeran max 2TR). Satisfacen una condición mínima de temperatura (solo aire frío o caliente) sin control de humedad, purificación y renovación del aire. El aire impulsado tiene poco alcance y no es apto para conectar a conductos. El nivel sonoro es elevado respecto a otros sistemas. Requieren ejecutar una abertura y colocar elementos de fijación y contar con la línea eléctrica adecuada.

Para reducir los ruidos del compresor, se colocan del lado exterior un compresor, una batería de condensación y un motor-ventilador que recircula el aire exterior. Del lado interior, separado por un panel acústico, se tiene la batería evaporadora del refrigerante líquido, el ventilador centrífugo y el sistema de expansión que es un tubo capilar o válvula de expansión.



El frente suele ser de plástico, con rejillas direccionales que orientan la salida del aire. La temperatura se controla y mantiene por un termostato automático. Tiene un filtro que protege al equipo de suciedades. Puede impulsar aire caliente al local mediante una bomba de calor que suministra más energía de la que consume, porque recupera energía del ambiente exterior.

Existe el **tipo consola o fan-coil** donde las dos partes diferenciadas no están separadas y la potencia y alcance son similares al tipo ventana.

- **Equipo individual tipo separado o Split-system:** se compone por dos partes separadas máximo 4/5 metros, unidas por cañerías adecuadamente aisladas. Es el más utilizado actualmente. En el diseño, lo crítico son las tuberías y su disposición, para evitar pérdidas de rendimiento por fallas en la circulación del refrigerante.

La unidad evaporadora se encuentra en el interior, compuesta por una batería evaporadora de expansión directa, un ventilador centrífugo, un sistema de expansión, una bandeja de recogida de condensado, un filtro de aire, mandos selectores (control a distancia) y un termostato (mantiene la temperatura interior).

La unidad condensadora se ubica en el exterior, compuesta por el compresor, la batería de condensación y el ventilador axial.

Se podría usar más de una unidad condensadora exterior, que vincula de 2 a 4 unidades evaporadoras interiores, a no más de 10m. Se denomina “unidad condensadora multiambiente”. También existen equipos portátiles transportables.

- **Equipo auto-contenido compacto:** es un equipo individual de 3-50 TR. Se ven como un armario metálico dentro del cual se hallan los componentes requeridos para tratar el aire. Los compactos interiores se dividen en tres partes en sentido vertical: el compresor abajo (con o sin el condensador según el espacio), los filtros y serpentina en el medio y los ventiladores en la parte superior.

Pueden ser por condensación de aire (aptos para colocar en el interior del local). Se usan cuando está limitado el espacio para ubicar la torre de enfriamiento o limitaciones en el uso de agua. Los de condensación por agua requieren torre de enfriamiento y más mantenimiento, pero tienen buen rendimiento.

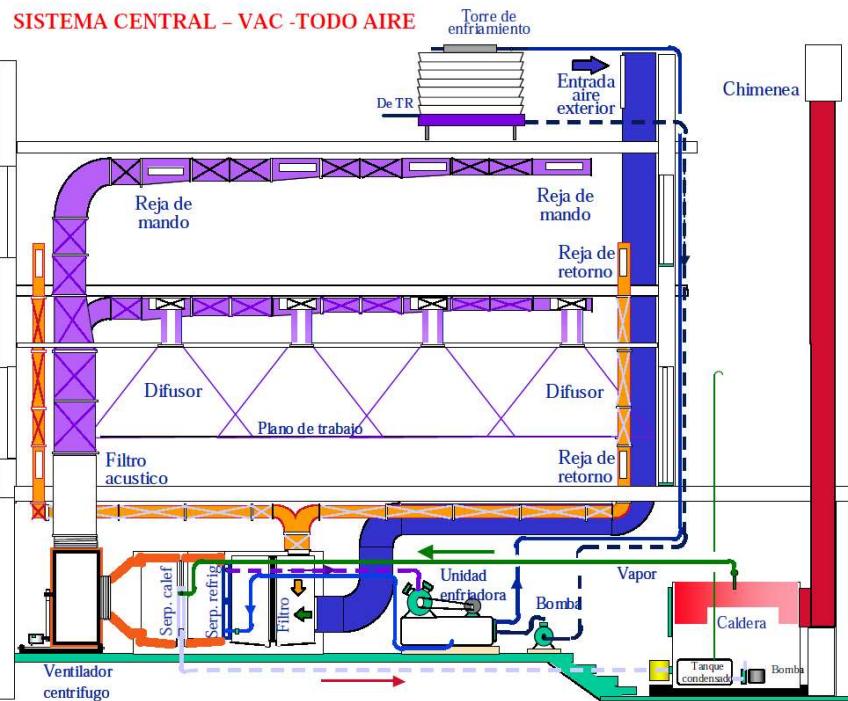
Existen acondicionadores exteriores o de cubierta Roof-top, enfriados por aire, que son ideales para grandes locales comerciales. Se colocan generalmente en techos, con conductos de distribución. Son equipos de mayor tamaño, que permiten distribuir aire a distintos locales.

2) CENTRALES:

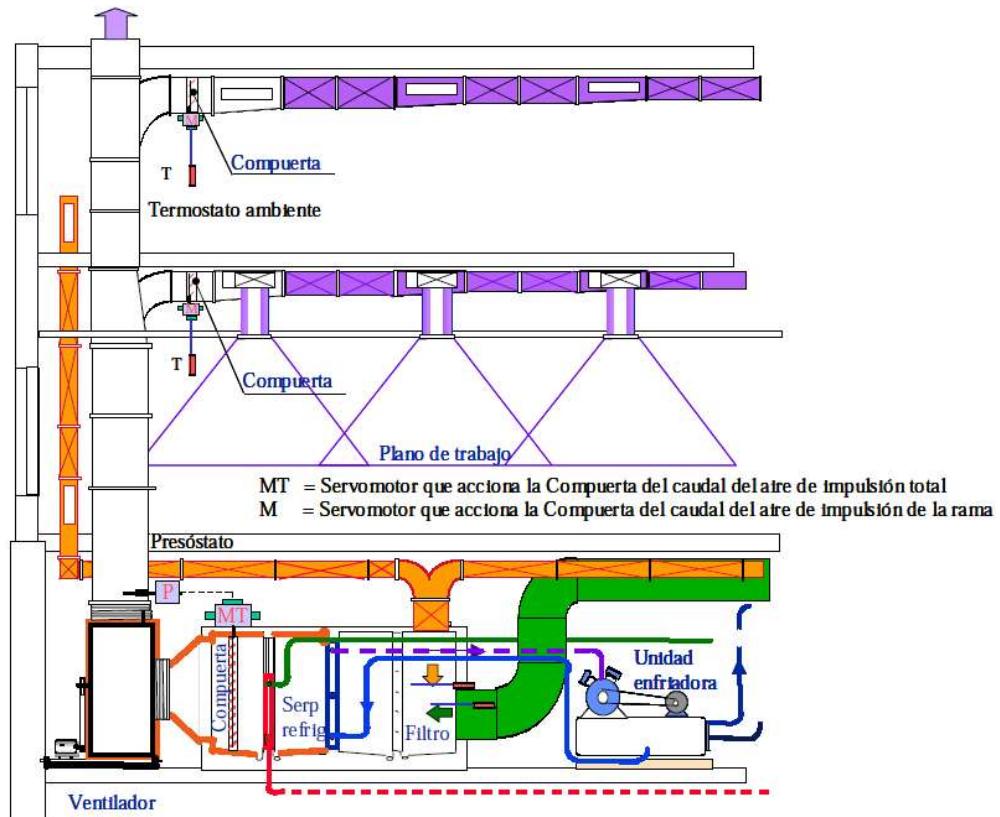
El aire es tratado en la sala de máquinas y luego es impulsado y recirculado por una red de conductos. Se componen de una planta de calefacción (trata el fluido calefactor), una planta frigorífica (trata el fluido refrigerante), una planta acondicionadora (realiza el tratamiento del aire) y un sistema de distribución y equipos terminales.

Es conveniente a medida que las dimensiones de la sala de máquinas y los conductos se mantengan en límites económicamente razonables y puedan ubicarse en función de otras estructuras. Tiene mayores ventajas en su mantenimiento, porque el control y la regulación se dan en un solo punto (requiere menos personal). Se aconsejan para edificios de plantas extensas y no más de 10-12 pisos.

- **Sistema central de volumen constante de aire VAC:** Es el sistema convencional donde hay un solo conducto de inyección de aire con salidas de distribución. Permite el control directo de las condiciones del local por lo que se aplica a áreas con constantes requisitos de confort, humedad y temperatura. Se puede regular la temperatura ambiente por medio de un termostato que actúe sobre el fluido que llega a la batería de enfriamiento, sobre un by-pass de la batería de enfriamiento o sobre la batería de post-calentamiento.



- **Sistema central de volumen variable de aire VAV:** regula las condiciones térmicas del local modificando o variando el caudal de aire frío que se introduce, sin modificar la temperatura del mismo (si la carga térmica disminuye, suministra menos caudal de aire de tratado, pero siempre a igual temperatura). Emplea compuertas que regulan el caudal en función de la temperatura del local, controlada por un termostato. También pueden ser los equipos terminales los que regulan el caudal.



No siempre es posible utilizar el sistema VAV. Por ejemplo, si la carga térmica disminuye considerablemente, la reducción del caudal sería muy grande, lo cual puede desequilibrar el sistema de conducción de aire (trabajando fuera de las condiciones interiores de diseño establecidas) o puede no cumplir las condiciones mínimas de ventilación del local. Se aplica cuando el caudal total pueda disminuir hasta un 25% del aire total, siempre verificando las condiciones de ventilación y sobre-presión del local.

3) SISTEMA DE VOLUMEN DE REFRIGERANTE VARIABLE – VRV (mixto)

Conformado por una unidad condensadora (compresor y condensador) que puede servir simultáneamente a unas 16-24 unidades evaporadoras. Tiene aptitud para funcionar con distancias (hasta 100m) y desniveles (50m) considerables entre la unidad condensadora y la evaporadora más cercana. La capacidad varía entre 5 y 30 TR. Elimina el uso de agua como fluido intermediario. Puede proporcionar calefacción y refrigeración en forma simultánea si así se proyecta, colocando un controlador que permite un ahorro de energía por recuperación de calor.

❖ SISTEMA DE EXPANSIÓN INDIRECTA

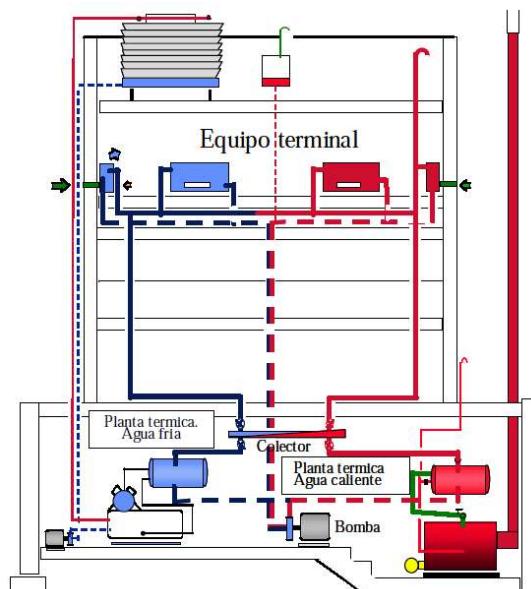
Son sistemas mixtos que consisten en una planta térmica central que prepara el agua fría o caliente y en los locales tiene unidades individuales donde el aire es tratado y distribuido, eliminando los conductos de distribución de aire desde el equipo central hacia los locales. Se usa en edificios de desarrollo principalmente vertical, de gran altura.

- **Sistema fan-coil individual – “todo agua”**: tiene equipos enfriadores o calentadores de agua centralizados, desde donde distribuye a los equipos terminales en los locales que se llaman fan-coil (una sección ventiladora y una serpentina con aletas alimentada con agua fría o caliente). El usuario puede controlar el grado de confort en cierta medida.

Se distribuye el aire en el local sin utilizar conductos. La ventilación se satisface incorporando aire exterior en la parte inferior del equipo, que se filtra antes de pasar por la serpentina.

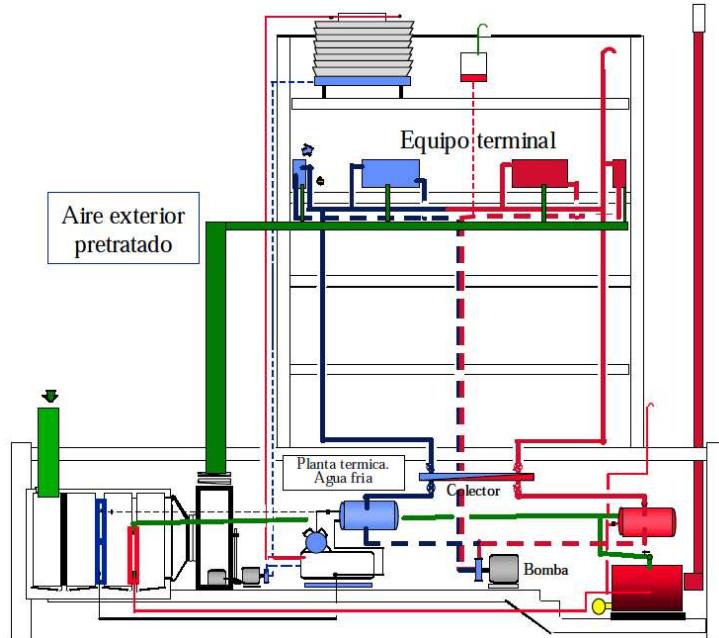
Cada unidad tiene su gabinete; son aparatos que se ubican sobre una pared exterior, bajo ventanas.

Requieren mayor mantenimiento porque tiene múltiples motores y se debe proyectar adecuadamente la toma de aire exterior. Su ubicación es flexible porque solo requiere conexión a red de agua y electricidad.



- **Sistema “agua-aire” – Inducción:** se reemplaza el motor eléctrico de accionamiento de los ventiladores por un volumen de aire impulsado a alta velocidad a una cámara, a través de múltiples toberas de alta presión y velocidad. Se genera una inducción direccional: una zona de depresión bajo la tobera que induce el aire del ambiente hacia la cámara, pasando por una serpentina y mezclándose con el aire primario para luego entrar al ambiente.

Solo el aire exterior pre-tratado es impulsado a alta velocidad y presión, para reducir las dimensiones de los conductos y la fuerza necesaria de impulsión para inducir el aire secundario en cada gabinete. El control de cada unidad puede ser manual o automático, regulando los caudales de agua y aire que llegan a las distintas unidades.



SISTEMAS DE CALEFACCIÓN CENTRAL

❖ CALEFACCIÓN CENTRAL POR AGUA CALIENTE

Desde una caldera, se hace circular una cantidad constante de agua caliente a través de una red de cañerías (natural o mecánicamente) que, al llegar a los equipos terminales, cede el calor requerido para calefaccionar los diferentes locales.

Componentes: planta térmica, equipos terminales, red de cañerías de conducción y retorno, vaso de expansión y accesorios.

❖ CALEFACCIÓN CENTRAL POR VAPOR A BAJA PRESIÓN

Desde una caldera, se hace circular una cantidad constante de vapor de agua a través de una red de cañerías hasta llegar a los equipos terminales que ceden el calor (de vaporización) requerido para calefaccionar los distintos locales.

Componentes: planta térmica, equipos terminales, red de cañerías de conducción y retorno, trampa de vapor (sifón) y accesorios.

❖ EQUIPOS TERMINALES DE CALEFACCIÓN

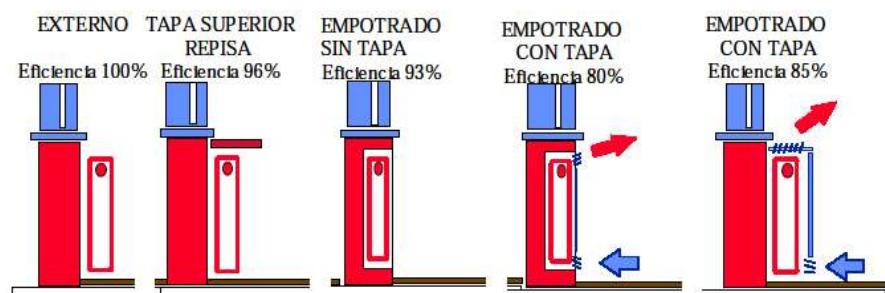
- Radiadores: Pueden ser tipo seccional o mural.

El seccional consiste en secciones que se van uniendo, permitiendo satisfacer los requerimientos de calefacción. Requieren una superficie amplia para permitir la transferencia de calorías. El calor pasa por conducción a través de las paredes del radiador y por convección y radiación al aire que lo rodea.

Los de aluminio son los más livianos, aerodinámicos y tendientes a aumentar el rendimiento, con mejor aspecto estético. Existen también de hierro fundido y chapa de acero (no se puede usar con vapor por la corrosión).

El tipo mural se utiliza en lugares donde no puede sobresalir de las paredes (pasillos, baños) y son una placa de hierro fundido o chapa de acero.

La transmisión de calor del radiador al ambiente no es constante, debiendo considerar correcciones según la posición relativa del radiador respecto al ambiente:



Colocando el radiador bajo las ventanas se logra una mejor distribución de temperaturas, porque el aire frío que ingresa por las infiltraciones es calentado antes de circular por el local, evitándose las corrientes de aire frío inferiores y compensando pérdidas de calor por superficies frías.

- Convectores: Son equipos conformados por una batería por el que re-circula aire del ambiente en forma natural o forzada. Puede estar embutido en la pared, en un compartimiento especial, fijo a las paredes o de libre desplazamiento.

La transferencia de calor se realiza por convección. El aire frío ingresa por la parte inferior, circula por la batería aumentando su temperatura y asciende, ingresando nuevamente al local por la rejilla superior. El rendimiento depende de la superficie de calefacción, la temperatura y las dimensiones del lugar donde se instala.

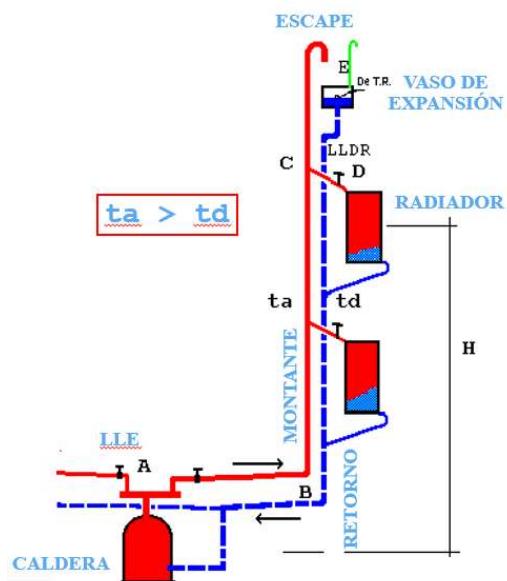
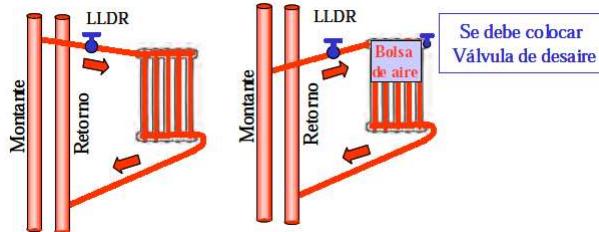
- **Caloventiladores:** Se usan en grandes ambientes donde se necesita elevar rápidamente la temperatura del sector de permanencia (iglesias, industrias). La circulación es forzada por un ventilador helicoidal que impulsa el aire por una batería calefactora. El emplazamiento debe estudiarse en función del área de barrido, siempre colocado por encima del nivel de trabajo.

- **Radiador de zócalo:** Es un radiador de convección por agua caliente que circula por el interior de tubos instalados a la altura de los zócalos del ambiente a calefaccionar. Es prácticamente invisible. La cantidad de calor que deben ceder se determina según las pérdidas del local y el coeficiente de emisión de calor, para determinar la cantidad de metros necesarios, por lo que dependerá del espacio disponible. Otro inconveniente es que funciona cerca del piso, arrastrando polvo con la corriente de aire.

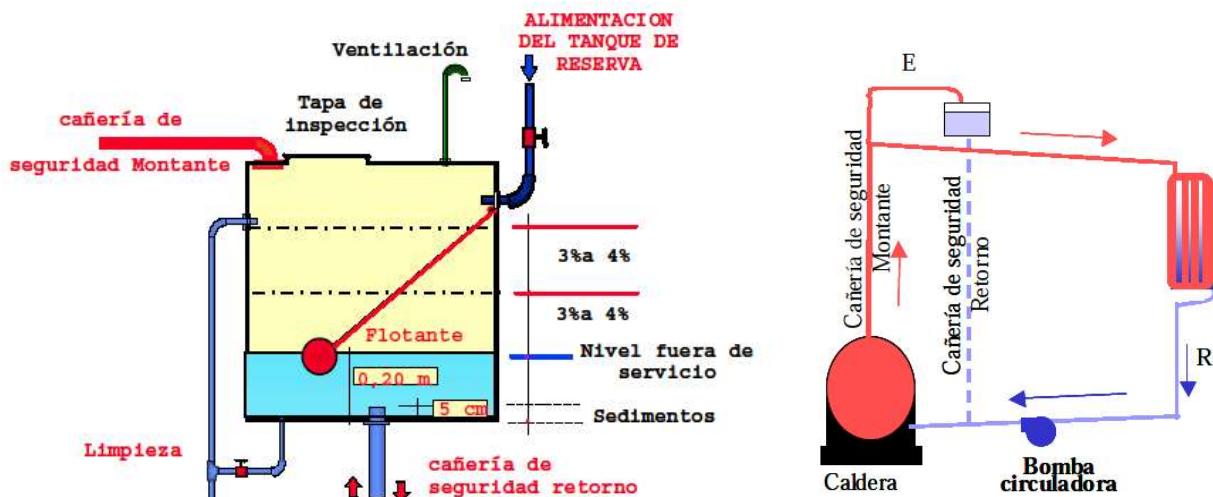
❖ INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN POR AGUA CALIENTE: CIRCULACIÓN NATURAL (Termosifón)

Las pautas a considerar en la instalación son:

- Limitar el aumento de las resistencias del circuito hidráulico, proyectando los montantes y retornos sin desvíos innecesarios.
- Instalar las cañerías horizontales con pendiente ascendente en montantes y descendente en retornos que llegan a los colectores. La pendiente mínima es de 1cm/m para eliminar el aire y posibilitar el vaciado por gravedad.
- Los equipos terminales deben colocarse por encima de la caldera, para mejorar la circulación del agua.
- Para la circulación natural, conviene que la distancia del montante al eje del radiador no sea mayor a 1,5m.
- En la conexión de los radiadores, evitar que se formen bolsas de aire donde el agua no podría circular. La cañería de alimentación debe tener siempre pendiente descendente hacia el radiador y la de salida pendiente hacia el retorno. Si no se puede evitar, el radiador requerirá una válvula de desaire.



- La instalación debe proveerse de un vaso de expansión para el agua cuando aumenta de temperatura. Por el mismo se puede llenar la instalación y expulsar el aire de la misma; conectan la instalación a la atmósfera y permiten reponer agua evaporada. Las cañerías deben montarse con una pendiente apropiada para eso (10mm/m). El vaso se instala en la parte más alta de la instalación y dimensiona al menos para el 7% del volumen de agua contenida en la instalación. Son de chapa de hierro galvanizado, plástico o fibrocemento.



- El tanque cuenta con ventilación, válvula de limpieza y desborde.
- La caldera debe estar conectada al vaso de expansión por una cañería de seguridad situada en la impulsión y otra en el retorno, sin ninguna válvula que pueda cerrarlas. La cañería debe empalmarse por encima del nivel máximo del tanque de expansión para evitar una circulación continua de agua entre ambas cañerías de seguridad.
- La instalación se llena de abajo hacia arriba, por vasos comunicantes, eliminando el aire hacia el exterior.
- La llave doble reglaje permite modificar la cantidad de calor que emite el equipo terminal, con dos regulaciones del caudal de agua: la que ejecuta el instalador, con la abertura máxima de la válvula y la que realiza el usuario dentro de límites fijados. Podría tener cabezal termostático y la emisión de calor se modificaría automáticamente.
- Los filtros de agua evitan la circulación de impurezas por la instalación
- La bomba circuladora es centrífuga y requiere vencer las resistencias del agua en su flujo por la instalación. Debe colocarse antes o después de circular por la caldera (en el montante o el retorno). Preferible el retorno para evitar que los componentes de la bomba se sometan a la temperatura del agua a la salida de la caldera.

CALEFACCIÓN POR PANELES RADIANTES

Es un sistema de circulación de agua caliente forzada, con una tendencia hacia el sistema individual en vez del central. La cantidad de calor emitido por radiación es siempre mayor a la entregada por convección. El equipo terminal encargado de entregar las calorías generadas se materializa mediante una serpentina colocada en cualquiera de los cerramientos del local.

En condiciones normales, la emisión de calor por transpiración de las personas es pequeña con respecto al total del calor emitido por el cuerpo humano; con actividades y ropas similares, la sensación de calor depende fundamentalmente de la temperatura media de los cerramientos (R) y la temperatura del aire (T):

$$\Rightarrow \text{Sensación de calor} = f(R, T) = \frac{R+T}{2}$$

Las serpentinas pueden estar empotradas o no en los paneles de cierre del local. Se deben contemplar las dilataciones y tensiones que generan las mismas al transmitir el calor, por lo que los coeficientes de dilatación de los materiales empleados deben ser del mismo orden. Las propiedades que deben tener los materiales de las cañerías son:

- Resistencia a la temperatura; no tener dilatación excesiva
- No deformarse bajo presión; tener buena flexibilidad para el doblado
- Soportar la acción de elementos químicos y no formar incrustaciones
- Baja pérdida de carga

Se utilizan cañerías de:

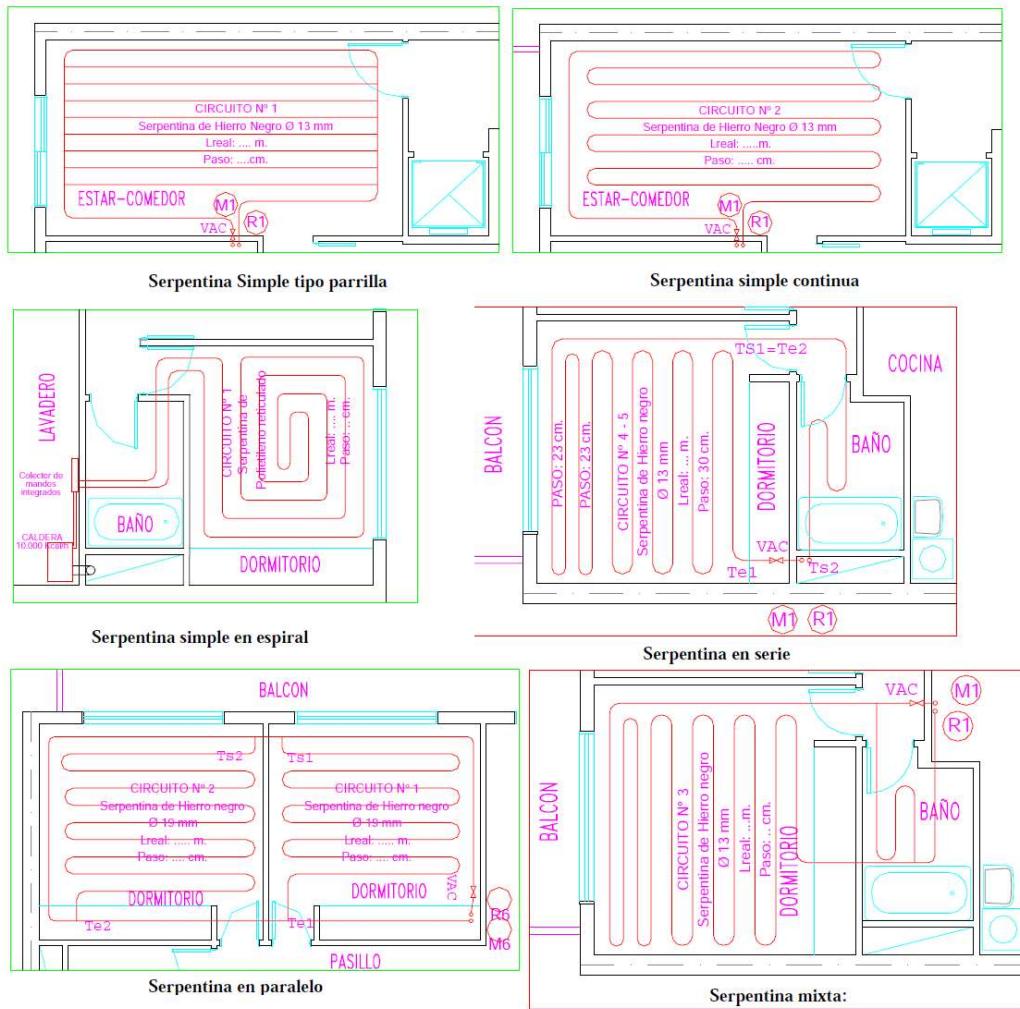
- Hierro negro: no tienen problema de corrosión si están empotradas en la losa (losa radiante), con adecuado recubrimiento, pero pueden ser difíciles de ejecutar. Requieren pintura anticorrosiva y resistente a la temperatura. Unión por soldadura autógena.
- Latón o cobre: son más costosas, pero son de fácil instalación porque se pueden curvar manualmente. Se empalman por soldadura fuerte.
- Poliestireno reticulado o Polietileno sin reticular: tienen propiedades termoplásticas que facilitan el moldeo y luego mantienen su estabilidad de forma permanente; son resistentes al envejecimiento y flexibles. Son los más utilizados. Unión por termofusión o electrofusión.

La forma de las serpentinas puede ser

- Simple tipo parrilla: conexión en paralelo; se usa poco porque es difícil de regular la entrada de calor.
- Simple tipo continua y simple tipo espiral
- Múltiple en serie, en paralelo o mixta: un mismo montante y retorno puede alimentar a dos o más serpentinas.

El serpentín simple continuo es el más común, por ser fácil de ejecutar y económico, pero está limitado por tener pérdidas de presión, por lo que requeriría bombas para mantener el funcionamiento, que aumentan dicho costo. El espiral es más complejo de realizar, pero compensa las pérdidas de calor en locales con varias paredes exteriores, permitiendo una buena distribución de calor.

Los paneles de parrilla dan una repartición de calor más uniforme y menor caída de presión. El inconveniente es la cantidad de soldaduras o conexiones requerida.



Según la ubicación de las serpentinas, se logran distintas condiciones de confort:

Ubicación del Panel radiante	Superficie emisora temperatura máxima admisible °C	Emisión de calor de panel Kcal/hxm ²	Calorías Transmitidas	
			Radiación %	Convección %
Piso	26 - 29	50 - 70	55	45
Paredes	70	360	60	40
Techo	35 - 60	90 - 230	70 a 80	30 a 20

- **Embutidas en las losas de hormigón armado:** de hierro negro; se colocan previo al hormigonado, sobre la armadura resistente. Se mantienen protegidas y es el sistema más utilizado.

- **En cielorraso suspendido:** generalmente de cobre; es más costoso. Requiere precauciones en la instalación.

- La separación de las serpentinas será función del diámetro, para lograr una distribución uniforme de calor y permitir el doblado sin fisuras ni aplastamiento de los caños.

- La serpentina debe proyectarse con menores separaciones cuando se acerca a superficies menos aisladas térmicamente (ej. ventanas)

- Se debe cuidar la colocación de la serpentina a distintos niveles, para evitar la formación de sifones invertidos.

- Se aconseja no proyectar serpentinas de longitudes mayores a 60m para lograr una buena circulación del agua caliente y una distribución uniforme del calor.
- La temperatura de la superficie del panel radiante no debe sobrepasar los valores dados de tabla, para no dañar los cerramientos y/o revestimientos, ni provocar incomodidad a las personas.
- En cañerías principales, debido al tamaño y longitud, se requerirán dispositivos que permitan la dilatación. Se utilizan tipo lira u omega (en agua caliente con circulación forzada y vapor); tipo enchufe (una pieza se desliza dentro de la otra); tipo fuelle.
- Prueba hidráulica: a medida que se va haciendo la instalación, se llenará con agua a alta presión, para verificar la hermeticidad. Es fundamental en las serpentinas que irán embutidas en hormigón.

Los sistemas de control que permiten mantener la temperatura de los paneles radiantes baja y uniforme son:

- Sistema todo o nada: control sencillo, con una caldera a agua caliente. El acuostato controla que la temperatura no supere el límite y el termostato permite mantener una temperatura interna de régimen en el local. (Se enciende y apaga el quemador)
- Sistema todo o nada con circulación forzada: es como el anterior, pero con una bomba circuladora en el retorno. La reacción es más rápida.
- Sistema con control anticipado o con regulador de acción exterior: la temperatura del agua varía en relación inversa al gradiente de temperatura exterior. Anticipa las condiciones climáticas, para mantener las condiciones interiores constantes. Permite dividir al edificio en zonas de igual demanda, encareciendo la instalación, pero mejorando el bienestar.
- Sistema simplificado: se usa en viviendas económicas. Solo se controla el límite superior de la temperatura del agua. Tiene válvulas en las derivaciones para las serpentinas y el comando lo hacen el encargado y el usuario.

❖ **PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO**: Basado en gráficos de ASHVE.

Se determina la temperatura media del local (generalmente, 2°C menos que para otros sistemas de calefacción) y se realiza el análisis de carga térmica sin considerar los cerramientos que tendrán la serpentina.

Se calcula la temperatura de radiación media de los cerramientos (sin considerar el que tendrá el panel radiante)

$$T.R.M. = \frac{\sum S_i \times T_i}{\sum S_i} \quad \begin{array}{l} S_i : \text{Las superficies de los distintos cerramientos.} \\ T_i : \text{Las temperaturas medias interiores que les corresponden.} \end{array}$$

Se calcula la cantidad de calor emitido por el panel por radiación, como un porcentaje que sale de tabla multiplicado por la carga térmica del local.

$$Q_p = \alpha \times Q_{BT} \quad Q_{BT} = \text{Cantidad de calor Kcal/hora, obtenida del análisis de la carga térmica.}$$

α = Porcentaje de calorías que el panel transmite por radiación.

La temperatura del panel se obtiene en función de los valores anteriores, de un gráfico, debiendo verificar que no se superen valores máximos.

Panel	Temperatura de la superficie del panel radiante
Paredes revocadas a la cal y estucadas	$\leq 49^{\circ}\text{C}$
Techos con cielorrasos Aplicados de cal y yeso	$\leq 45^{\circ}\text{C}$
Pisos	$\leq 29^{\circ}\text{C}$

Se calcula la temperatura de radiación media del local y se verifica que la sensación de calor sea alrededor de 16-18°C.

$$T.R.M._{Local} = \frac{S_{panel} \times T_{panel} + \sum S_i \times T_i}{S_{panel} + \sum S_i}$$

Sensación de calor = $(R + T) / 2$

Se dimensionan las serpentinas considerando el material, el calor total, la diferencia de temperatura entre el agua y el aire, para determinar la superficie de cañería necesaria. Se debe verificar que la longitud de la serpentina no supere los valores máximos por pérdidas de presión que ocasionan un mayor consumo de la bomba.

Qserp.: Cantidad de calor que cede la serpentina al ambiente ([kcal/h]) ([W])

K: Coeficiente total de transmisión de la cañería embutida en el panel

([kcal/hx°C]) ([W/K])

S: Superficie externa de la serpentina ($[m^2]$)

th: Temperatura promedio del agua de calefacción ($[^{\circ}C]$) ($[^{\circ}K]$)

ti : Temperatura del aire ambiente ($[^{\circ}C]$) ($[^{\circ}K]$)

p: perímetro exterior de la serpentina (m)

L: longitud de la serpentina (m);

$$Q_{serp.} = K \times S \times (th - ti)$$

$$Q = K \times p \times L \times (th - ti)$$

$$Kr = K \cdot p$$

Kr: coeficiente de transmisión total de la serpentina embutida en el panel por metro de longitud de cañería (kcal/h x ml x °C)

$$\text{Entonces: } Q = Kr L (th - ti)$$

$$L_{serp} = \frac{Q}{Kr \times (th - ti)}$$

Se proyecta la ubicación de dicha longitud en el área emisora disponible del local, verificando que la separación de caños sea entre 10-30cm.

Se despeja la cantidad de agua a circular y se procede a determinar la potencia de la bomba.

C = calor específico del agua

m = litros de agua por hora (Kilogramos / hora)

$(t_{\text{entrada agua}} - t_{\text{salida aire}})$ = diferencia de temperatura entre la entrada y la salida del agua de la serpentina