EVACUACION DE HUMOS DE

CALDERAS INDIVIDUALES A GAS

EN NUEVA EDIFICACION

J.V. MARTIN ZORRAQUINO
Dr. Ingeniero Industrial.
Dpto. MAQUINAS Y MOTORES TERMICOS U.P.V./E.H.U.

R. GARCIA SAN JOSE
Ingeniero Industrial.
FACTOR 4 Ingenieros Consultores S.L.

INDICE

INTRODUCCIÓN..... 3

1.- COMPONENTES DEL SISTEMA DE EVACUACION DE HUMOS..... 4

2.- CLASIFICACION DE LAS CHIMENEAS..... 4
2.1.- POR LA FORMA DE FUNCIONAMIENTO..... 4
2.2.- POR EL MATERIAL..... 5
2.3.- POR LA FORMA CONSTRUCTIVA..... 5
2.4.- POR EL NÚMERO DE USUARIOS..... 5

3.- CLASIFICACION DE LOS APARATOS A GAS..... 6

4.- VENTILACION..... 7

5.- ASPECTOS BÁSICOS DEL DIMENSIONAMIENTO DE LAS CHIMENEAS..... 8
5.1.- TIRO EN CHIMENEAS..... 8
5.1.1.- TIRO NATURAL..... 8
5.1.2.- TIRO ARTIFICIAL..... 9
5.2.- PERDIDA DE CARGA DE LOS HUMOS EN LOS SISTEMAS DE EVACUACIÓN DE LOS PdC. 9
5.3.- CALCULO DE LA SECCIÓN NECESARIA EN CHIMENEAS 11
5.3.1.- CHIMENEAS DE TIRO NATURAL..... 11
5.3.2.- CHIMENEAS CON TIRO ARTIFICIAL..... 12

6.- NORMATIVA SOBRE EVACUACION DE LOS PdC..... 13
6.1.- ITE 09.3 (RITE)..... 13
6.2.- UNE 123.001..... 13
6.3.- MI-IRG-05 (RIGLO)..... 15
6.4.- CHIMENEAS MODULARES METÁLICAS..... 16
6.5.- NTE-ISH/74..... 17
6.6.- RECOMENDACIÓN SEDIGAS RS-U-03..... 23
6.7.- ANÁLISIS CRÍTICO DE LA NORMATIVA VIGENTE..... 24

7.- RECOMENDACIONES PARA DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE CHIMENEAS..... 25
7.1.- CALDERAS ATMOSFÉRICAS DE TIRO NATURAL..... 25
7.1.1.- CONDUCTO DE EVACUACIÓN DE HUMOS..... 25
7.1.2.- CHIMENEAS INDIVIDUALES..... 25
7.1.3.- CHIMENEAS COLECTIVAS DE DOBLE CONDUCTO..... 25
7.1.4.- CHIMENEAS COLECTIVAS DE CONDUCTO ÚNICO..... 25
7.2.- CALDERAS ATMOSFÉRICAS DE TIRO FORZADO..... 27
7.2.1.- CONDUCTO DE HUMOS..... 27
7.2.2.- CHIMENEAS INDIVIDUALES..... 27
7.2.3.- CHIMENEAS COLECTIVAS 27
7.3.- CALDERAS ESTANCAS DE TIRO FORZADO..... 27

8.- CONSIDERACIONES PARA PROYECTOS..... 29
8.1.- INFLUENCIA DE LAS CAMPANAS EXTRACTORAS..... 30

9.- CONTROL DE OBRA..... 34
9.1.- REPLANTEO INICIAL..... 34
9.2.- COMPROBACIONES DESPUES DE TABICAR..... 34
9.3.- SEGUIMIENTO DE OBRA..... 35
9.3.1.- CHIMENEAS COLECTIVAS SEGÚN NTE-ISH..... 35
9.3.2.- CHIMENEAS INDIVIDUALES DE OBRA..... 38
9.3.3.- CHIMENEAS INDIVIDUALES METALICAS..... 38
9.3.4.- CHIMENEAS MODULARES COLECTIVAS..... 38
9.4.- ELEVACION Y REMATES DE LAS CHIMENEAS..... 39
9.5.- REALIZACION DE LOS CONDUCTOS DE EVACUACION HUMOS..... 42
9.6.- RECEPCION FINAL..... 44

10.- CONCLUSIONES..... 45

BIBLIOGRAFIA..... 47

INTRODUCCION

La presente publicación es la versión refundida y actualizada de las dos, que sobre el mismo tema, se publicaron en 1.997 y 1.998; con posterioridad a esas fechas la novedad mas importante ha sido la aprobación del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), por lo que la actualización del presente documento adquiere mayor importancia. En 1.999 atendiendo la solicitud de GAS ARAGON se preparo, con la autorización de GAS de EUSKADI S.A., la primera versión refundida y además se impartieron jornadas de difusión sobre el tema en Zaragoza, Huesca, Teruel y Oviedo. Todo ello ha permitido la incorporación de algunas mejoras en el texto anterior que han quedado recogidas en el presente.

El contenido de esta publicación se centra en la nueva edificación, ya que es en la misma donde pueden adoptarse todas las medidas necesarias para el correcto funcionamiento de las instalaciones; la problemática en edificación existente es mas compleja y requiere un análisis mas exhaustivo, que deberá ser abordado en posteriores estudios.

La incorrecta evacuación de los Productos de la Combustión (PdC) es el aspecto que provoca mas accidentes, y de mayor gravedad, en las instalaciones de gas. La obligatoriedad del dispositivo antidesbordamiento de humos en calderas atmosféricas de tiro natural ha puesto de manifiesto la problemática existente en la evacuación de los productos de la combustión de las calderas individuales a gas, ya que este dispositivo provoca el bloqueo de las calderas cuando la salida de humos no funciona correctamente, habiéndose demostrado que en un alto porcentaje de casos las instalaciones de evacuación de humos han sido mal realizadas.

Este aspecto ha hecho que se plantee la conveniencia de recurrir a calderas estancas; la reciente entrada en vigor del RITE ha introducido una indefinición en este tipo de instalaciones ya que en su ITE 09.3 remite a la Reglamentación de Seguridad Industrial; sí, como parece, esto supone que únicamente se deba cumplir el Reglamento de Instalaciones Receptoras de Gas en Locales destinados a usos Domésticos, Colectivos y Comerciales (RIGLO) se admitiría la evacuación de humos por fachada; esta solución en nueva edificación, a nuestro juicio, no resulta adecuada, aunque se utilicen calderas estancas, ya que se pueden crear problemas entre unos y otros usuarios, y en nueva edificación se pueden resolver adecuadamente la evacuación de humos por cubierta.

La evacuación por fachada únicamente debiera ser permitida en edificación existente, y con exigencias mas estrictas; para nueva edificación la solución optima sería la de calderas estancas con evacuación por cubierta con chimeneas de diseño especial, si bien por motivos económicos no suele ser adoptada.

En los apartados siguientes se analizan los sistemas de evacuación de humos en instalaciones con calderas individuales a gas, con el objetivo de definir como debe actuarse en la realización de los mismos para lograr un funcionamiento correcto de las instalaciones.

En primer lugar se definen los diferentes componentes de estos sistemas, ya que en muchas ocasiones se dan distintos significados para las mismas expresiones; posteriormente se analizan los factores que intervienen en la creación del tiro, para poder comprender mejor la problemática que se puede presentar; se estudia la normativa existente para este tipo de instalaciones y por último se dan unos criterios para el diseño y dimensionamiento de las chimeneas, así como las directrices para un correcto control de obra.

1.- COMPONENTES DEL SISTEMA DE EVACUACION DE HUMOS

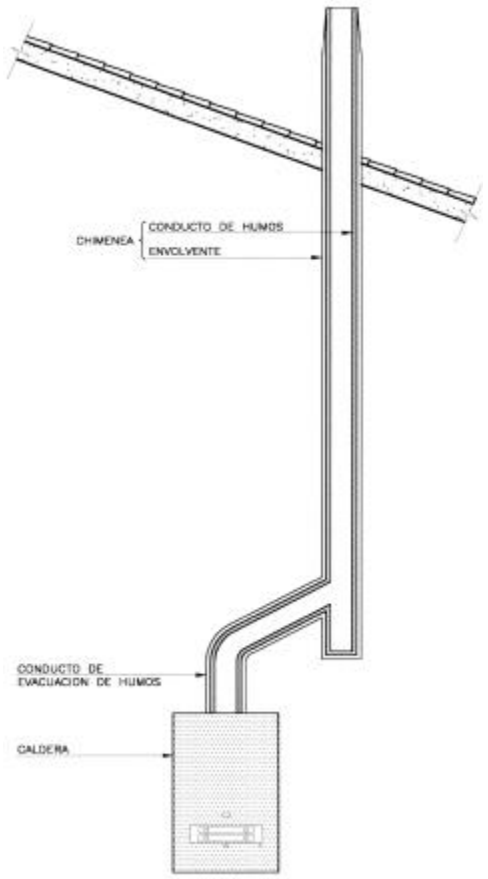


Figura 1: Componentes del sistema de evacuación de los PdC.

Los sistemas de evacuación de humos están compuestos por:

*** CHIMENEAS.**

Son los elementos encargados de evacuar los humos hasta el exterior de los edificios, **por encima de la cubierta** de los mismos. Su trazado es vertical prácticamente en su totalidad.

Están constituidas por:

- Conducto de Humos, que es el conducto interior por el que circulan los gases procedentes de la combustión.

- Envolvente o estructura aislante y resistente.

*** CONDUCTOS DE EVACUACION DE HUMOS.**

También son conocidos como entronque a chimenea.

Son los elementos de conexión entre las calderas y las chimeneas, o entre las calderas y el exterior de los edificios, pero sin llegar hasta la cubierta.

Al igual que las chimeneas están constituidos por el Conducto de Humos y la Envolvente.

2.- CLASIFICACION DE LAS CHIMENEAS

Las chimeneas pueden clasificarse según su forma de funcionamiento, material con el que están construidos los conductos de humos, forma constructiva, etc.

2.1.- POR LA FORMA DE FUNCIONAMIENTO

La clasificación más importante es la realizada según su forma de funcionamiento o Tiro.

Tiro es la diferencia de presión que provoca el desplazamiento de los humos por la chimenea hasta el exterior.

Se distinguen los siguientes tipos:

*** TIRO NATURAL**: La diferencia de presión es producida por la diferencia de densidades entre el aire ambiente y los productos de la combustión.

*** TIRO ARTIFICIAL**: La diferencia de presión es producida por medios mecánicos, a su vez puede ser:

- Tiro **Forzado**: La evacuación de humos se realiza mediante ventiladores que impulsan los humos desde la parte baja de la chimenea, o extractores que lo extraen desde la parte alta.

- Tiro **Inducido**: El tiro se induce por efecto Venturi mediante un ventilador.

2.2.- POR EL MATERIAL

Por el material con el que están construidos los conductos de humos se tienen chimeneas:

* DE OBRA DE FABRICA: Construidas con materiales refractarios (ladrillos, hormigón, etc.).
* METALICAS: Construidas con materiales metálicos (acero inoxidable, vitrificado, etc.).

2.3.- POR LA FORMA CONSTRUCTIVA

Según la forma del conducto de humos se distinguen chimeneas:

* CIRCULARES.
* ELIPTICAS.
* CUADRADAS.
* RECTANGULARES.

2.4.- POR EL NUMERO DE USUARIOS

En función del número de usuarios a los que sirven se distinguen dos tipos de chimeneas:

* **INDIVIDUALES**: Sirven para la evacuación de los humos de una única caldera.

***COLECTIVAS**: Evacuan los humos producidos por varias calderas; a ellas desembocan los conductos de evacuación de humos de cada una.

Dentro de estas se distinguen, a su vez, dos tipos:

- Chimenea formada por **dos conductos**, uno principal y otro auxiliar en el que se van conectando los diferentes conductos de evacuación de humos.

- Chimenea de **conducto único**, en la que se van conexionando los conductos de evacuación de humos de las distintas calderas; este conducto puede ser de sección constante o variable.

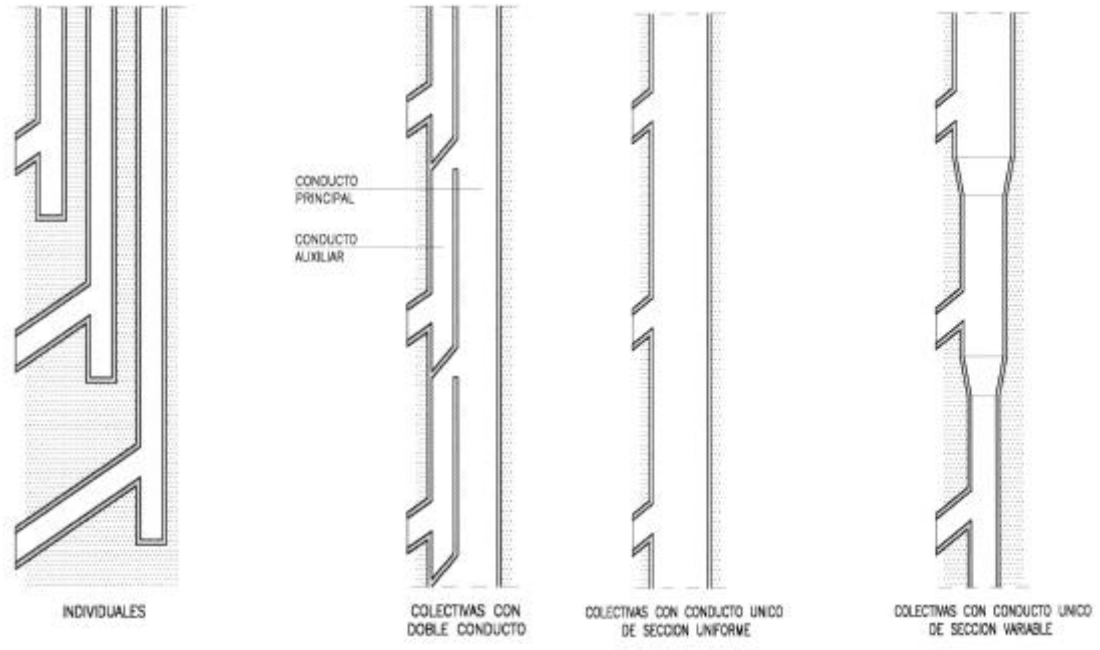


Figura 2: Clasificación de chimeneas por el número de usuarios y el tipo de conducto.

3.- CLASIFICACION DE LOS APARATOS A GAS

Respecto a la forma como realizan la combustión, los aparatos de gas se pueden clasificar en:

*** APARATOS DE CIRCUITO ABIERTO**.
Estos aparatos toman el aire de combustión del propio local donde se instalan; a su vez se clasifican en Atmosféricos y de Tiro Forzado.

-**ATMOSFERICOS**: La circulación del aire se logra por Tiro Natural, producido por diferencia de densidades entre el aire frío y los PdC que se encuentran a mayor temperatura.
En la parte superior, antes de la conexión al conducto de evacuación de humos, tienen un dispositivo corta-tiros, cuyo objeto es evitar el retroceso de los gases hacia el cuerpo de caldeo y además estabilizar la combustión.

-**TIRO FORZADO**:El movimiento del aire y la evacuación de los PdC es forzada con un ventilador.

* **APARATOS DE CIRCUITO ESTANCO**.
Toman el aire de combustión directamente desde el exterior. Al igual que los de circuito abierto, pueden ser de Tiro Natural y de Tiro Forzado; en la práctica se suelen denominar como Aparatos Estancos a los de Tiro Forzado y Aparatos Tipo Ventosa a los de Tiro Natural.

El Comité Europeo de Normalización, en su informe **CR 1.749/1.995**, realizada una clasificación que designa a los aparatos por una letra seguida de dos números; los números indican si la evacuación de humos es con tiro natural o con tiro forzado y en este segundo caso la posición ocupada por el ventilador; las letras indican:

Tipo A: Aparatos de circuito abierto No Conectados a conducto de evacuación.
Tipo B: Aparatos de circuito abierto Conectados a conducto de evacuación.
Tipo C: Aparatos de circuito Estanco.

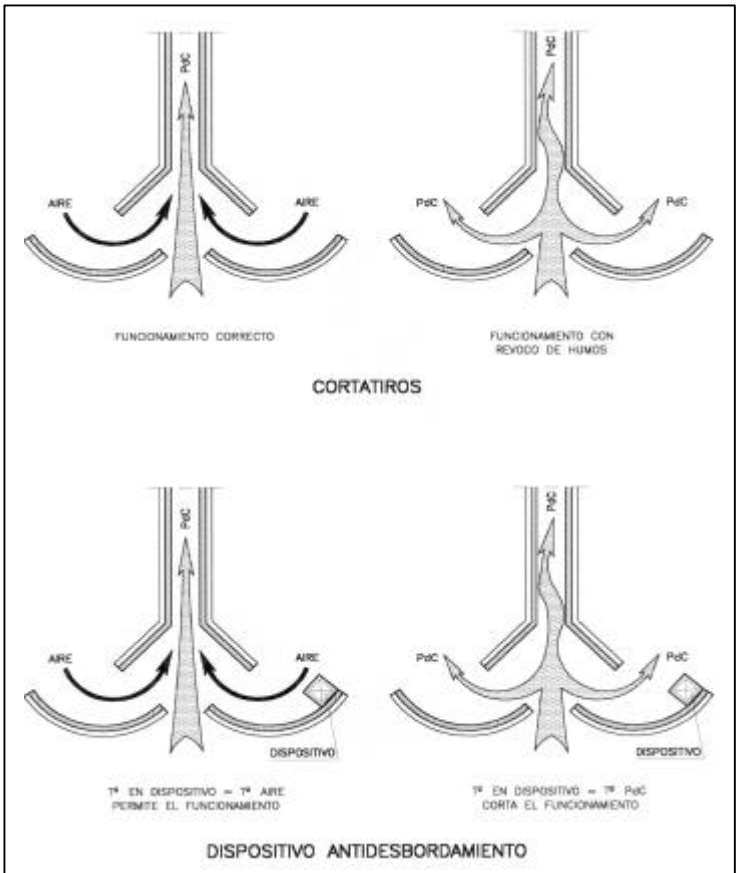


Figura 3: Funcionamiento del Cortatiros y del dispositivo antidesbordamiento de humos.

*** MARCADO CE**
A partir del 1 de enero de 1.996 entraron en vigor las Disposiciones de aplicación de la **Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 90/396/CEE** sobre aparatos a gas. Real Decreto 1.428/1.992 de 27 de noviembre (BOE de 05/12/92).
Si bien las modificaciones a la misma ampliaron el plazo hasta el 1 de enero de 1.997 y fueron aprobadas por: Real Decreto 276/1.995 de 24 de febrero (BOE de 27/03/95).
Como consecuencia de ésta Directiva **todos** los aparatos a gas que se instalen deben disponer del correspondiente marcado CE.

*** DISPOSITIVO ANTIRREVOCO DE HUMOS.**
En el punto 3.4.3 del anexo I de la Directiva 90/396/CEE, se especifica que todos los aparatos que vayan unidos a conducto de evacuación de los PdC deberán estar construidos de manera, que en caso de tiro defectuoso no se produzca ningún escape de gases al local; por este motivo todas las calderas de circuito abierto de tiro natural deben disponer de un dispositivo antidesbordamiento de los PdC.

4.- <u>VENTILACION</u>

Se entiende por ventilación la **acción conjunta** de entrada de aire del exterior y la evacuación de los PdC y del aire viciado.

***** La **entrada de aire** puede realizarse de forma Directa o Indirecta.

- **Directa**: El local está en contacto permanente con el exterior o patio de ventilación a través de aberturas o conductos.

- **Indirecta**: El aire se toma de otros locales que dispongan de entrada directa.

Las aberturas o conductos deben realizarse de manera que no pongan en contacto el local con cámaras de aire u otros huecos propios de la construcción.

***** La **evacuación de los PdC** puede ser **Conducida** (aparatos Conectados) o **No Conducida** (aparatos No Conectados), según se utilice o no un conducto especialmente diseñado para ello.

Cuando la evacuación de los PdC se realiza de manera conducida, la circulación del aire se ve favorecida por el tiro natural provocado en el aparato a gas, o por el ventilador en el caso de evacuación forzada; si la evacuación es No conducida los PdC se diluyen en el aire del local pudiendo deteriorarse la calidad del mismo; por este motivo la normativa es más exigente con las características de los locales en los casos en que se instalen aparatos No Conectados, requiriendo un volumen mínimo y una superficie de ventilación rápida.

Asimismo cuando los aparatos son No Conectados, los PdC al estar a mayor temperatura se sitúan en la parte alta de los locales, por lo que se fijan unas distancias máximas a suelo y techo de las rejillas de entrada de aire y evacuación de los PdC, respectivamente, con el fin de favorecer la ventilación; en el caso de aparatos conducidos las rejillas para entrada de aire no tienen limitación de altura, excepto para gases más densos que el aire, esto es debido a la dificultad de evacuación de una posible fuga de un gas más denso que el aire.

En el cuadro siguiente se da un resumen de las características de **ventilación de los locales con aparatos a Gas Natural**, en función del tipo de aparato instalado (No Conectado, Conectado o Estanco), en el mismo se comprueba como las exigencias son superiores para los aparatos No Conectados; se han incluido tanto los requisitos del RIGLO como los de la ETG-65 de Gas de Euskadi S.A.

	APARATOS DE CIRCUITO ABIERTO		APARATOS ESTANCOS
	NO CONECTADOS	CONECTADOS	
CARACTERISTICAS DE LOS LOCALES			
NIVEL	$\geq$ PRIMER SOTANO	$\geq$ PRIMER SOTANO	$\geq$ PRIMER SOTANO
TIPO	NO DORMITORIO, BAÑO o ASEO	NO DORMITORIO, BAÑO o ASEO	CUALQUIERA Baño o Aseo cumpliendo el Reglamento de Baja Tensión.
VOLUMEN	V $\geq$ 8 m^3	NO HAY LIMITE	NO HAY LIMITE
VENTILACION RAPIDA	S $\geq$ 0,40 m^2 DIRECTA o a través de local contiguo	NO SE REQUIERE	NO SE REQUIERE
ENTRADAS DE AIRE (desde exterior o patio de ventilación) Cuando haya aparatos No Conectados la parte superior de la rejilla de ventilación estará a 30 cm del suelo.			
DIRECTA CON ABERTURA	Sv$\geq$ 5cm^2/kW Con un mínimo de 100 cm^2		NO SE REQUIERE
DIRECTA CON CONDUCTO	Sv$\geq$ 5cm^2/kW, con un mínimo de $\leq$ 2 Cambios Sv$\geq$ 100cm^2; > 2 Cambios Sv$\geq$ 150cm^2		NO SE REQUIERE
INDIRECTA	SOLO COCINAS y A TRAVES DE TERRAZAS o GALERIAS CERRADAS	A TRAVES DE LOCAL CON VENTILACION DIRECTA Que NO sea Dormitorio, Baño o Aseo	NO SE REQUIERE
VENTILACION SUPERIOR (al exterior o patio de ventilación) La parte inferior de la rejilla de ventilación superior estará a más de 1,80 m del suelo y a menos de 40 cm del techo.			
DIRECTA CON ABERTURA O CONDUCTO	Sv $\geq$ 50 cm^2		

5.- ASPECTOS BASICOS DEL DIMENSIONAMIENTO DE LAS CHIMENEAS

5.1.- TIRO EN CHIMENEAS

5.1.1.- TIRO NATURAL

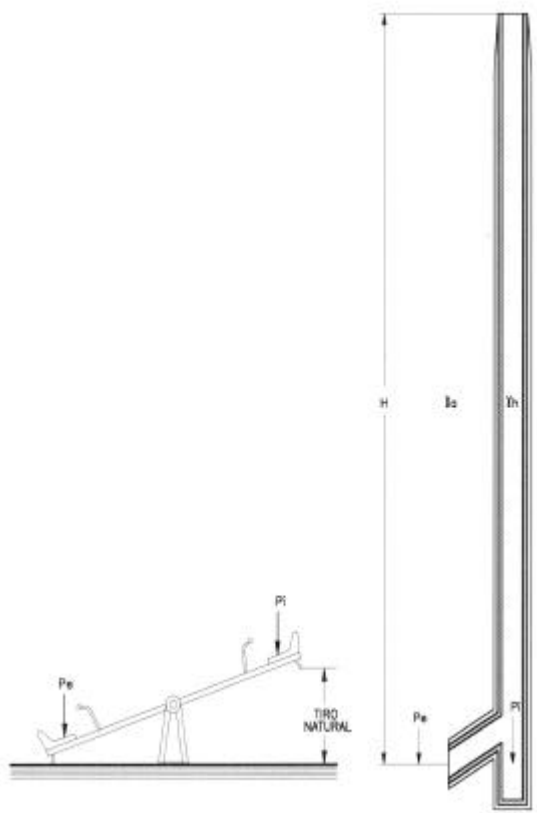


Figura 4: Tiro Natural en chimeneas.

Tiro Natural de una chimenea, también denominado Depresión Estática, es la depresión que se origina en su base, como consecuencia de la diferencia de presiones creadas por los gases contenidos en ella y la columna de aire exterior de la misma altura que la chimenea. La presión en el interior de la chimenea, en su base, es:

P_i = Peso Humos/Sección Chimenea = **$V_h \cdot \gamma_h / S_{ch}$**

V_h: Volumen de humos en el interior de la chimenea.
γ_h: Peso específico de los humos.
S_{ch}: Sección de la chimenea.

$P_i = S_{ch} \cdot H \cdot \gamma_h / S_{ch} = H \cdot \gamma_h$ H: Altura de la chimenea.

La presión en el exterior de la base de la chimenea, debida a la columna de aire de la misma altura que la chimenea es:

P_e = Peso del Aire/Sección Chimenea = **$V_a \cdot \gamma_a / S_{ch}$**

V_a: Volumen de aire contenido en una columna de las mismas dimensiones que las interiores de la chimenea.
γ_a: Peso específico del aire a la temperatura ambiente.

$P_e = S_{ch} \cdot H \cdot \gamma_a / S_{ch} = H \cdot \gamma_a$

El peso específico de los humos, al estar a una temperatura mayor que la del aire ambiente, siempre es menor que el peso específico del aire; por lo tanto: $P_e > P_i$

Al ser la presión exterior mayor que la interior en la base de la chimenea, los humos experimentan un empuje que tiende a evacuarlos hacia el exterior; este empuje es el TIRO NATURAL creado por la chimenea.

$T = P_e - P_i = H\gamma_a - H\gamma_h = H \cdot (\gamma_a - \gamma_h)$ **$T = H \cdot (\gamma_a - \gamma_h)$**

*** FACTORES QUE INFLUYEN EN EL TIRO NATURAL**

Analizando la expresión anterior se observa que el tiro natural aumenta:

- Con la altura de la chimenea: **A mayor altura más tiro**.

- Con el peso específico del aire ambiente: A mayor peso específico del aire más tiro. Como el peso específico del aire es mayor cuanto más baja sea su temperatura, **el tiro será más elevado cuanto menor sea la temperatura exterior**.

- Con la disminución del peso específico de humos: A menor peso específico de los humos más tiro. El peso específico de los humos disminuye conforme aumenta su temperatura, por tanto **el tiro será mayor cuanto más alta sea la temperatura de humos**.

- Otros factores que también tienen influencia, aunque menor, en el tiro natural son la altura sobre el nivel del mar de la localidad de ubicación de la instalación, la humedad relativa del aire, etc.

5.1.2.- TIRO ARTIFICIAL

El tiro es creado por elementos mecánicos que se diseñan en cada caso de manera adecuada a las necesidades, por este motivo no dependen tan directamente de las temperaturas exterior o de humos, ni de las circunstancias de presión atmosférica y humedad.

5.2.- PERDIDA DE CARGA DE LOS HUMOS EN LOS SISTEMAS DE EVACUACION DE LOS PdC

Los humos al desplazarse por el interior de las chimeneas sufren unas pérdidas de presión (pérdidas de carga) que son debidas al rozamiento con las paredes del conducto de humos y con los propios humos; este rozamiento es función de los siguientes factores:

*** MATERIAL Y FORMA DEL CONDUCTO DE HUMOS.**

Cada material está caracterizado por un coeficiente de rozamiento (depende de la rugosidad) que provoca la pérdida de carga en los humos, cuanto mayor sea el coeficiente de rozamiento del material, mayor será la pérdida de carga que provoque.

La forma del conducto de humos también tiene incidencia directa en la pérdida de carga; las secciones circulares son las que ofrecen menor perímetro para la misma sección y por lo tanto son las que provocan menor pérdida de carga.

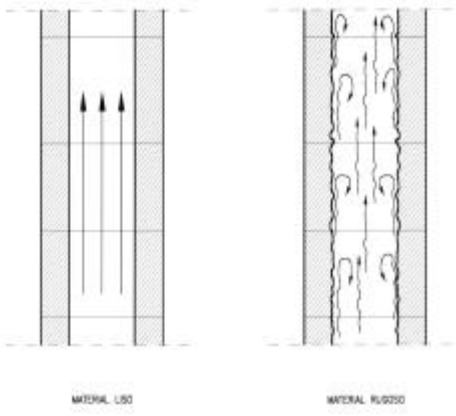


Figura 6: Efecto del material del conducto de humos en la pérdida de carga.

*** VELOCIDAD DEL DERRAME DE LOS HUMOS.**

Las pérdidas de carga varían en función del cuadrado de la velocidad de los humos por el interior de las chimeneas, siendo mayor el rozamiento cuanto mas alta sea la velocidad.

La velocidad de humos, y por tanto la pérdida de carga, depende de:

- **SECCION DE LOS CONDUCTOS DE HUMOS**: Para el mismo caudal de humos, cuanto menor sea la sección interior de los sistemas de evacuación, mayor será la velocidad que alcancen.

-**VOLUMEN DE HUMOS**: Para una sección de chimenea determinada, cuanto mayor sea el volumen de humos, mayor será la velocidad del derrame de los mismos. A su vez el volumen de humos depende de:

  * **Potencia instalada**. Para producir una determinada potencia, es necesario una cantidad determinada de combustible; por lo que para obtener mayor potencia se producen mayor cantidad de humos.

  * **Exceso de Aire de la Combustión**. El volumen de humos aumenta con el exceso de aire de la combustión.

  *** Temperatura de Humos**. Una misma masa de humos, a igualdad de presión, ocupa más volumen cuanto mayor sea su temperatura, en la proporción: $\mathbf{V_h = V_{Nh} \cdot (t_h + 273)/273}$

  V_h : Volumen de Humos.
  V_{Nh}: Volumen de Humos en Condiciones Normales (0ºC y 1 atm).
  t_h : Temperatura de Humos (ºC)

  La temperatura de humos tiene un efecto favorecedor del tiro, pero al mismo tiempo al suponer un incremento del volumen de humos también influye en el aumento de las perdidas de carga.

*** ACCESORIOS DEL SISTEMA DE EVACUACION.**

Los accesorios de los sistemas de evacuación de humos (codos, tés, etc.), además de las correspondientes a su propia longitud, presentan unas pérdidas de carga, denominadas localizadas, que dificultan la correcta evacuación de los PdC.

*** EFECTO DEL VIENTO EN LOS REMATES DE LAS CHIMENEAS.**

Un factor a tener en cuenta, sobre todo en el remate de las chimeneas es el efecto del viento, los remolinos originados en los obstáculos próximos pueden llegar a "taponar" las salidas de las chimeneas, provocando unas pérdidas de carga localizadas muy elevadas.

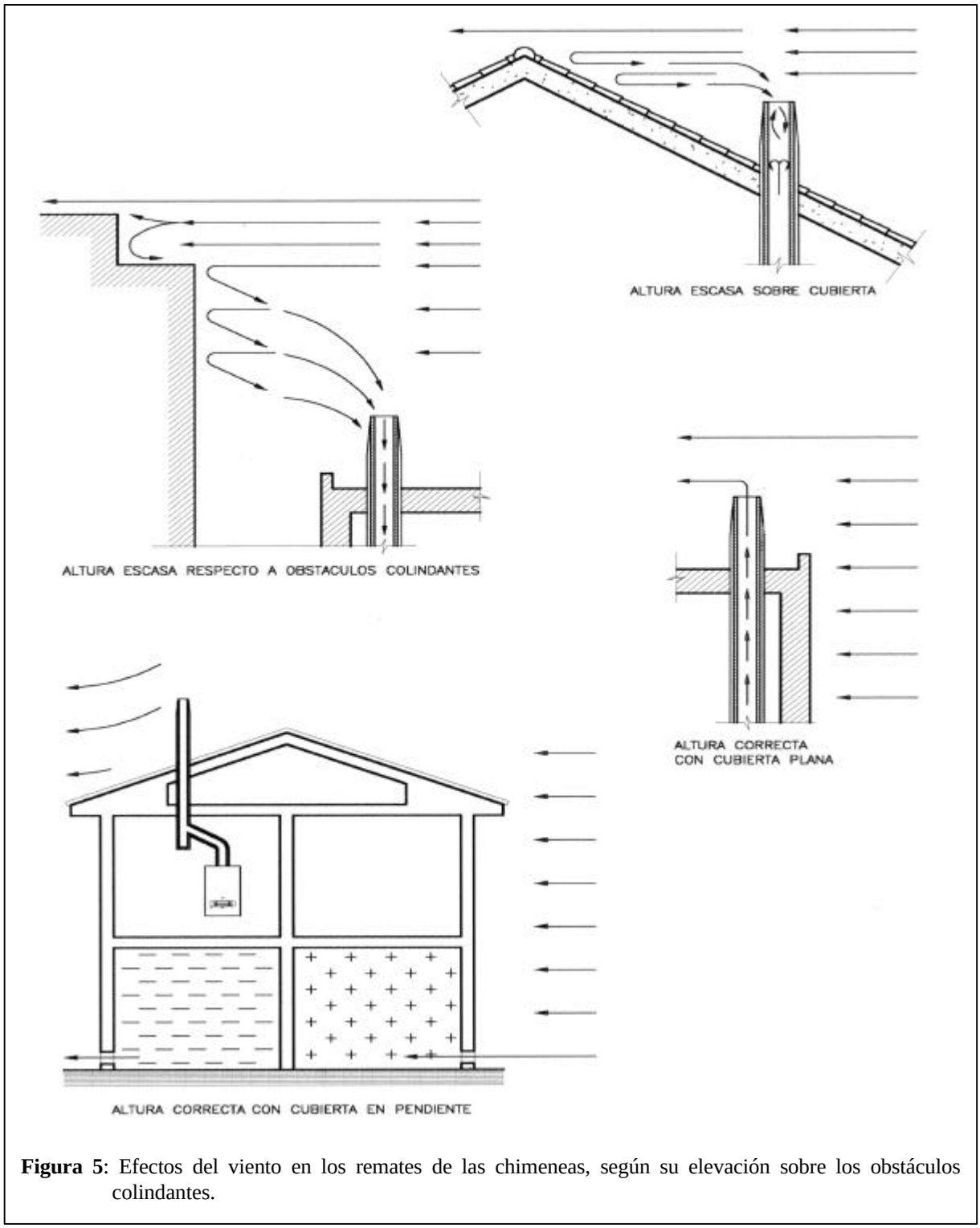


Figura 5: Efectos del viento en los remates de las chimeneas, según su elevación sobre los obstáculos colindantes.

5.3.- CALCULO DE LA SECCION NECESARIA EN CHIMENEAS Y CONDUCTOS DE EVACUACION

5.3.1.- CHIMENEAS DE TIRO NATURAL

El TIRO DISPONIBLE ($\mathbf{T_d}$) es la diferencia entre el Tiro (**T**) creado por la chimenea (Tiro Natural) y las Pérdidas de Carga (**ΔP**) que se producen en el derrame de los humos por el interior del conjunto del sistema de evacuación de los PdC (conducto de evacuación, chimenea, accesorios, remate final, etc).

$T_d = T - \Delta P$

La sección interior del conducto de humos debe ser tal que el tiro disponible ($\mathbf{T_d}$) sea positivo; a su vez el tiro disponible debe asegurar la evacuación de los humos desde el interior de la caldera; la depresión necesaria está directamente relacionada con el tipo de calderas.

* **Calderas de Tiro Natural.**

El tiro disponible debe ser mayor que las pérdidas de carga de los humos en el interior de la caldera, por ello el tiro creado por la chimenea debe ser:

$T > \Delta P_{cald.} + \Delta P$

*** Calderas de Tiro Forzado.**

En este tipo de calderas es el ventilador el encargado de vencer las pérdidas de carga de los humos en las calderas y en el conducto de evacuación.
El tiro creado por la chimenea debe ser:

$T > \Delta P$

· **CALCULO**

Para calcular una chimenea de tiro natural se pueden seguir los pasos indicados en la norma UNE 123.001, que son los siguientes:

* **DEFINICION DE LAS CONDICIONES INICIALES**:

- CHIMENEA:
  · Altura (como mínimo será la indicada por la normativa).
  · Trazado (codos, tes, tramo horizontal, etc.).
  · Dimensiones y espesores.
  · Materiales constructivos (conducto de humos, aislamiento, etc.).
  · Situación (exterior o interior al edificio, etc.).

- COMBUSTION:
  · Tipo de combustible.
  · Potencia Nominal.
  · Exceso de aire.
  · Temperatura de salida de humos de la caldera.

* **CALCULO DE LA MASA DE HUMOS PRODUCIDA**.

La masa de humos se obtiene con la potencia nominal, el exceso de aire y el poder fumígeno del combustible. (Se supone que la combustión es completa).

*** CALCULO DE LA TEMPERATURA MEDIA DE LOS HUMOS EN LA CHIMENEA.**

Para ello se deben seguir los siguientes pasos:

- Cálculo del coeficiente de transmisión de la envolvente de la chimenea (K: W/h m^2 ºC).

- Cálculo de la superficie total exterior de la chimenea (S: m^2).

- Cálculo de la potencia térmica pérdida por los humos en la chimenea (ΔQ_h: W).

Con esta potencia se calcula la temperatura media de los humos.

*** CALCULO DE LAS PERDIDAS DE CARGA.**

- Con la masa de humos y la temperatura media de los mismos en el interior de la chimenea, se tiene el volumen de humos generado (V_h).

- Con el volumen de humos y la sección de la chimenea, se calcula la velocidad de los mismos en el interior del conducto de humos.

- Con esta velocidad, el factor de fricción del conducto de humos y la longitud, forma y accesorios del sistema de evacuación de los PdC, se obtienen las pérdidas de carga en el derrame total de los humos.

*** CALCULO DEL TIRO CREADO POR LA CHIMENEA.**

El tiro creado por la chimenea se calcula en función de la altura de la chimenea y de las temperaturas de ambiente exterior y media de humos.

*** COMPROBACION DE LA VALIDEZ DE LA SECCION DE CONDUCTO DE HUMOS SELECCIONADA.**

- Para calderas de TIRO NATURAL, el tiro creado debe ser superior a las pérdidas de carga en el sistema de evacuación de los PdC (calculadas anteriormente) más las pérdidas de carga en el interior de la caldera (dato del fabricante).

- Para calderas de TIRO FORZADO se debe comprobar que el tiro creado es superior a las pérdidas de carga de los humos en la chimenea.

Si el tiro creado por la chimenea es inferior al necesario se debe repetir el cálculo con una sección de conducto de humos mayor; si el tiro creado fuese muy superior al necesario se repetirían los cálculos para una sección inferior.

La correcta realización de este cálculo resulta laboriosa.

5.3.2.- <u>CHIMENEAS CON TIRO ARTIFICIAL</u>

El método de cálculo es similar al caso de chimeneas con Tiro Natural, pero teniendo en cuenta que una diferencia negativa entre el tiro creado por la chimenea y las pérdidas de carga totales es compensado por la creación de un tiro adicional por sistemas mecánicos (ventiladores, extractores, etc.), esto permite tener chimeneas con secciones interiores más pequeñas (para la misma cantidad de humos) que en el caso de chimeneas de tiro natural.

6.- NORMATIVA SOBRE EVACUACION DE LOS PdC

Las normas de obligado cumplimiento para evacuación de los PdC de calderas a gas son:

* Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (**RITE**) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (**ITE**) y se crea la Comisión Asesora para las Instalaciones Térmicas en los Edificios.
  Real Decreto 1.751/1.998 de 31 de Julio**.**
  - **ITE 09.3**: Chimeneas y conductos de humos.

* **UNE 123.001/94**. Chimeneas: Cálculo y Diseño.

* Reglamento de Instalaciones de Gas en Locales destinados a usos Domésticos, Colectivos o Comerciales (**RIGLO**).
  Real Decreto 1.853/1.993 de 22 de octubre.
  - MI-IRG 05: Locales destinados a contener aparatos a gas. Condiciones de Ventilación y configuración.

* Especificaciones Técnicas de chimeneas modulares metálicas y su homologación por el Ministerio de Industria y Energía.
  Real Decreto 2.532/1.985

Existen otras normas que no son estrictamente de obligado cumplimiento; sin embargo, dada su importancia, es conveniente tenerlas en cuenta; de entre ellas destacamos:

* Norma Tecnológica de la Edificación: Instalaciones de Salubridad Humos y Gases.
  NTE-ISH/74.

* Condiciones de evacuación de los productos de la combustión en aparatos de gas de producción de agua caliente sanitaria, calefacción o mixtos.
  Recomendación RS-U-03.
  SEDIGAS julio 1.996.

6.1.- ITE 09.3 (RITE)

Esta instrucción, a diferencia de su precursora IT.IC.08, es muy breve remitiendo a la Reglamentación de Seguridad Industrial, suponemos que indirectamente remite al RIGLO; por otro lado admite como aceptable (no de obligado cumplimiento) lo indicado en la NTE-ISH/74.

Los conductos de evacuación podrán ser comunes a varios generadores, en cuyo caso el conducto auxiliar debe tener un tramo vertical ascendente cuya altura sea, por lo menos, igual a una planta antes de su conexión al conducto común.

6.2.- UNE 123.001

En la ITE 04.5 del RITE se indica que los conductos de humos se construirán con los materiales indicados en ésta norma; asimismo en la ITE 03.11 se expresa que los cálculos de las secciones de estos conductos se realizarán con el método definido en la misma; por ello la norma UNE 123.001 es de obligado cumplimiento para instalaciones de mas de 70 kW.

Aunque no queda claro que sea extensiva para instalaciones individuales, ya que no es mencionada en la ITE09 sobre Instalaciones Individuales, el Apartado 1 de la norma UNE 123.001 (Objeto y Campo de Aplicación) expresa que es aplicable a generadores de calor empleados en los sistemas de climatización en centrales térmicas de potencia superior a 10 kW.

Se trata de una norma en la cual se detalla un procedimiento para el dimensionamiento de chimeneas y se definen algunas características constructivas de las mismas.

Los aspectos más destacables son:

*** DISTANCIAS DE LAS SALIDAS DE HUMOS A OTRAS CONSTRUCCIONES.**

- Las salidas de las chimeneas estarán situadas 1 m por encima de cualquier obstáculo distante menos de 10 m, medidos en el plano horizontal; excepto en el caso de cubiertas en pendiente sin aberturas. Esta exigencia tiene por objeto, evitar los problemas de tiro que pueden provocar los remolinos de aire, producidos por el viento al chocar con los obstáculos de las construcciones.

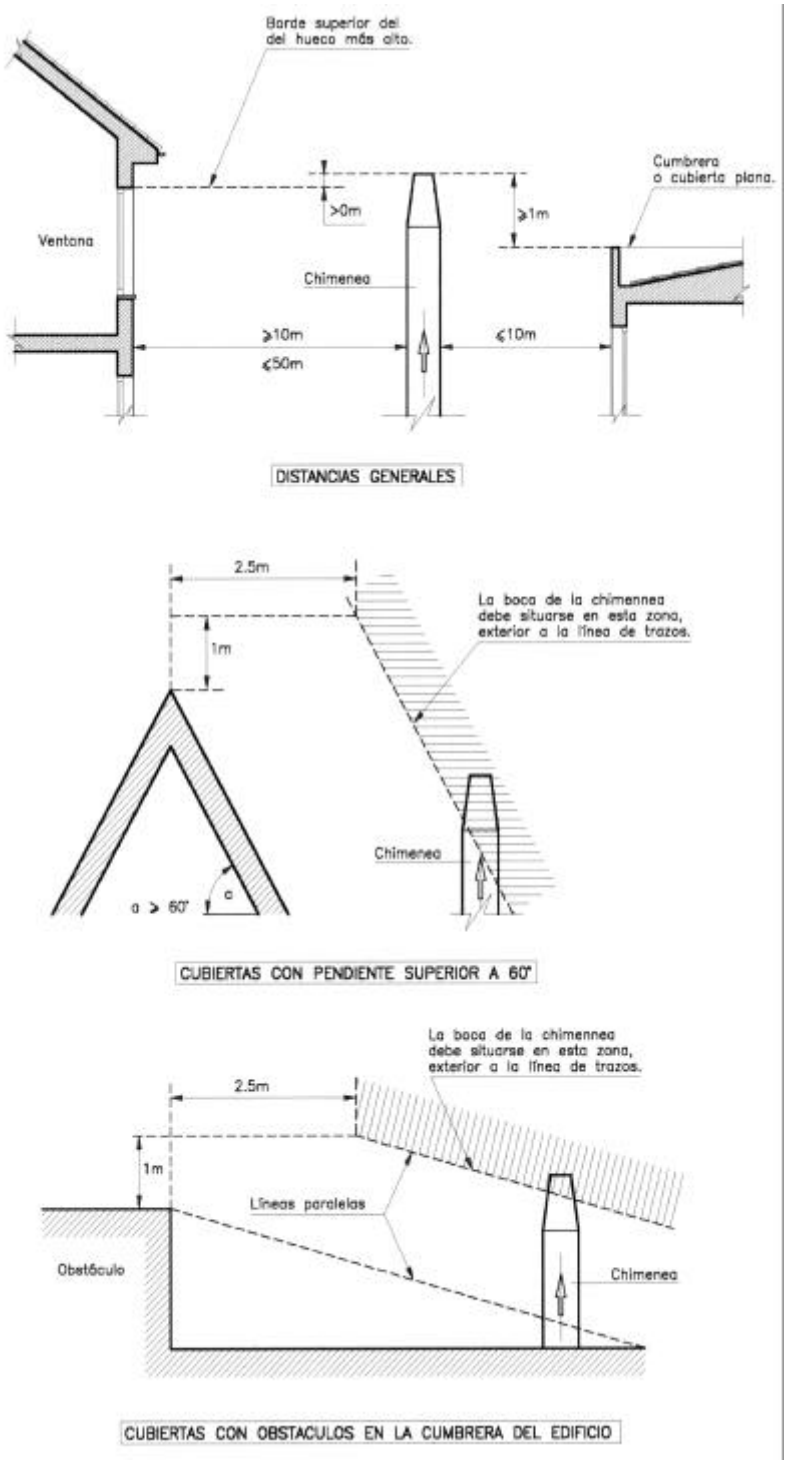


Figura 7: Distancias de las terminaciones de las chimeneas a huecos y otros obstaculos o edificaciones, según norma UNE 123.001.

- Las salidas de las chimeneas estarán a nivel no inferior al de cualquier **hueco** de construcciones situadas entre 10 y 50 m, medidos en el plano horizontal.

La finalidad de esta medida es evitar que se produzcan molestias o perjuicios, en las viviendas (u otros locales), provocados por los humos emitidos por las chimeneas.
En las ciudades, a veces, se dan situaciones en las que resulta muy difícil cumplir las distancias mínimas fijadas por esta norma; en dichos casos, se debe estudiar cuidadosamente la resolución práctica de las chimeneas, buscando los lugares más alejados posibles de obstáculos o aberturas de construcciones colindantes; es muy importante tener en cuenta la dirección de los vientos dominantes en la zona de ubicación del edificio, con el fin de adoptar la mejor solución posible.

*** DISEÑO.**

- La sección del conducto de humos será preferentemente circular, pudiendo ser también, cuadrada o rectangular. En este último caso, la relación entre los lados mayor y menor, no será superior a 1,5.

- Para los conductos de evacuación de los PdC se fija una pendiente mínima del 3%; también se indica que la unión de este conducto con la chimenea se hará con una "T" que forme un ángulo entre 30 y 60 grados, preferiblemente.

- Para la evacuación de condensados se indica que se instalará un manguito en el fondo de la base de la chimenea; este manguito tendrá un diámetro mínimo de 20 mm y se conectará al saneamiento por medio de una tubería.

- Se evitaran los cambios de dirección y de sección. De ser necesarios, los cambios de dirección se efectuarán con radios de curvatura iguales o superiores a 1,5 veces el diámetro hidráulico de dicho tramo y los cambios de sección con ángulos de divergencia iguales o inferiores a 15°.

*** CONSTRUCCION.**

- La chimenea será totalmente independiente de los elementos estructurales y de cerramiento del edificio, al que será unida únicamente a través de los soportes, diseñados para permitir su libre dilatación.

- Las chimeneas con recorrido en el interior del edificio estarán situadas en patinillos herméticamente cerrados hacia los locales y con paredes que tengan RF-120 y una atenuación acústica de 40 dB, por lo menos.

*** MATERIALES.**

- Las chimeneas y sus elementos accesorios se fabricarán con materiales incombustibles (clasificación **M0**) y resistentes a la temperatura y a los agentes agresivos presentes en los humos.

- Las uniones transversales dispondrán de juntas de estanqueidad del sistema de evacuación y absorberán las dilataciones debidas a los cambios de temperatura.

- Las chimeneas de obra se realizarán con ladrillos y hormigones refractarios y las caras interiores se rematarán con un enlucido de hormigón refractario, con el fin de reducir la rugosidad superficial.

- Las chimeneas de chapa metálica serán de tipo calandrado, con unión longitudinal soldada, o de chapa engatillada.

- **Se recomienda la instalación de chimeneas metálicas homologadas, en particular de acero inoxidable**.

*** AISLAMIENTO.**

- Las chimeneas se aislarán térmicamente en todo su recorrido; la resistencia térmica de la pared de las chimeneas fabricadas en obra, a la temperatura de funcionamiento, sin considerar las resistencias térmicas superficiales, no será inferior a 0,6 $m^2 \cdot K/W$.

6.3.- MI-IRG-05 (RIGLO)

Las exigencias de la instrucción técnica MI-IRG-05 del Reglamento de Instalaciones de Gas son:

Los aparatos de **Tiro Natural** que deban ser conectados a un conducto de evacuación de los PdC tendrán incorporado o acoplado a la salida de los PdC el CORTATIRO HOMOLOGADO y/o certificado con dicho aparato.

Los conductos de evacuación deben cumplir las siguientes prescripciones:

* No estrangular la salida prevista por el fabricante; es decir, que NO se puede REDUCIR la sección de salida del aparato.

* Ser de un material resistente a la corrosión y a la temperatura de salida de los PdC.

* Ser estancos, tanto por la naturaleza del material, como por la forma de realizar las uniones que procedan.

* Cuando deban atravesarse paramentos de madera u otro material combustible, el orificio de paso será 10 cm mayor que el conducto de evacuación. Además, el conducto se revestirá de un material térmicamente aislante e incombustible.

* Serán de uso exclusivo para aparatos que utilicen combustible gaseoso, no pudiendo conectarse a chimeneas de evacuación de los PdC de combustibles sólidos o líquidos.

* Sí coinciden en un mismo local varios aparatos que deban ser conectados a conducto de evacuación, pueden tener conductos independientes; en caso que estos conductos desemboquen en una chimenea general, los puntos de conexión a la misma se separarán, como mínimo, 15cm. También pueden conectarse varios aparatos de gas a un mismo conducto, en cuyo caso, la sección será adecuada al conjunto de aparatos; los ejes de las uniones que se realicen deberán formar ángulos agudos en el sentido de flujo de los PdC.
  En ningún caso se conectarán al mismo conducto o chimenea aparatos de Tiro Natural y Tiro Forzado, ya que éstos últimos pueden interferir en la correcta evacuación de los PdC de los anteriores.

* En cuanto a su trazado e instalación cumplirán:

  - Serán rectos y verticales por encima de la parte superior del cortatiro en una longitud no inferior a 20 cm.

  - Serán ASCENDENTES en todo su trazado.

  - Desembocarán en el EXTERIOR del edificio, preferentemente por encima de la cubierta del mismo, mediante una chimenea o shunt general.
    En el caso de evacuación por fachada el extremo final del conducto de evacuación deberá quedar a una distancia de cualquier abertura de entrada de aire incluidas ventanas practicables, **no inferior a 40 cm**, esta distancia en numerosas ocasiones resulta demasiado corta.

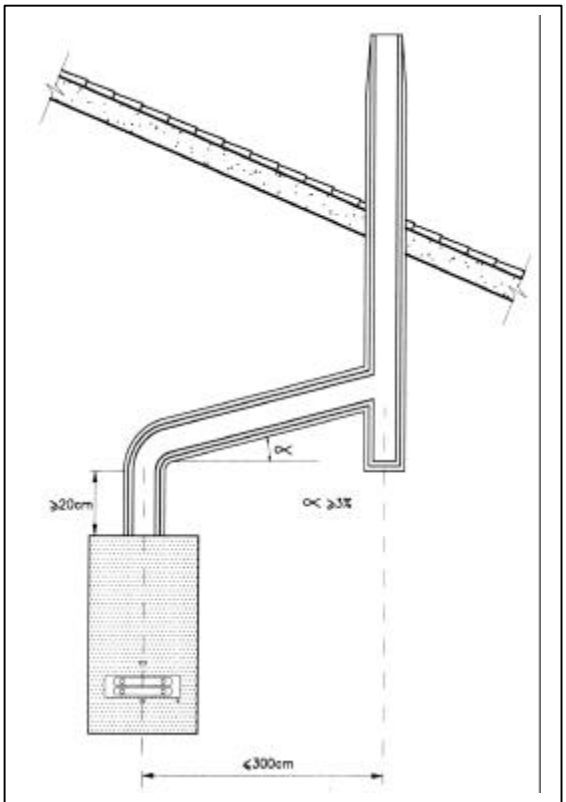


Figura 8: Diseño del Conducto de Evacuación de los PdC.

6.4.- CHIMENEAS MODULARES METALICAS

El Real Decreto 2.532/1.985 fija las condiciones para la homologación de las chimeneas modulares metálicas de doble pared, con aislamiento intermedio; por lo que antes de utilizar este tipo de producto debe comprobarse que disponen de la correspondiente homologación, como contrapartida esta homologación supone una garantía de calidad del producto.

6.5.- <u>NTE-ISH/74</u>

Se trata de una norma muy detallada, que ha sido aceptada por el RITE, en la que se fijan exactamente el tipo de materiales, pendientes, secciones y formas constructivas, sin embargo es muy habitual la realización de chimeneas cumpliendo la norma NTE-ISV en lugar de la NTE-ISH, la norma ISV está diseñada para ventilación y no para evacuación de humos, por lo que no se adapta adecuadamente a este servicio.

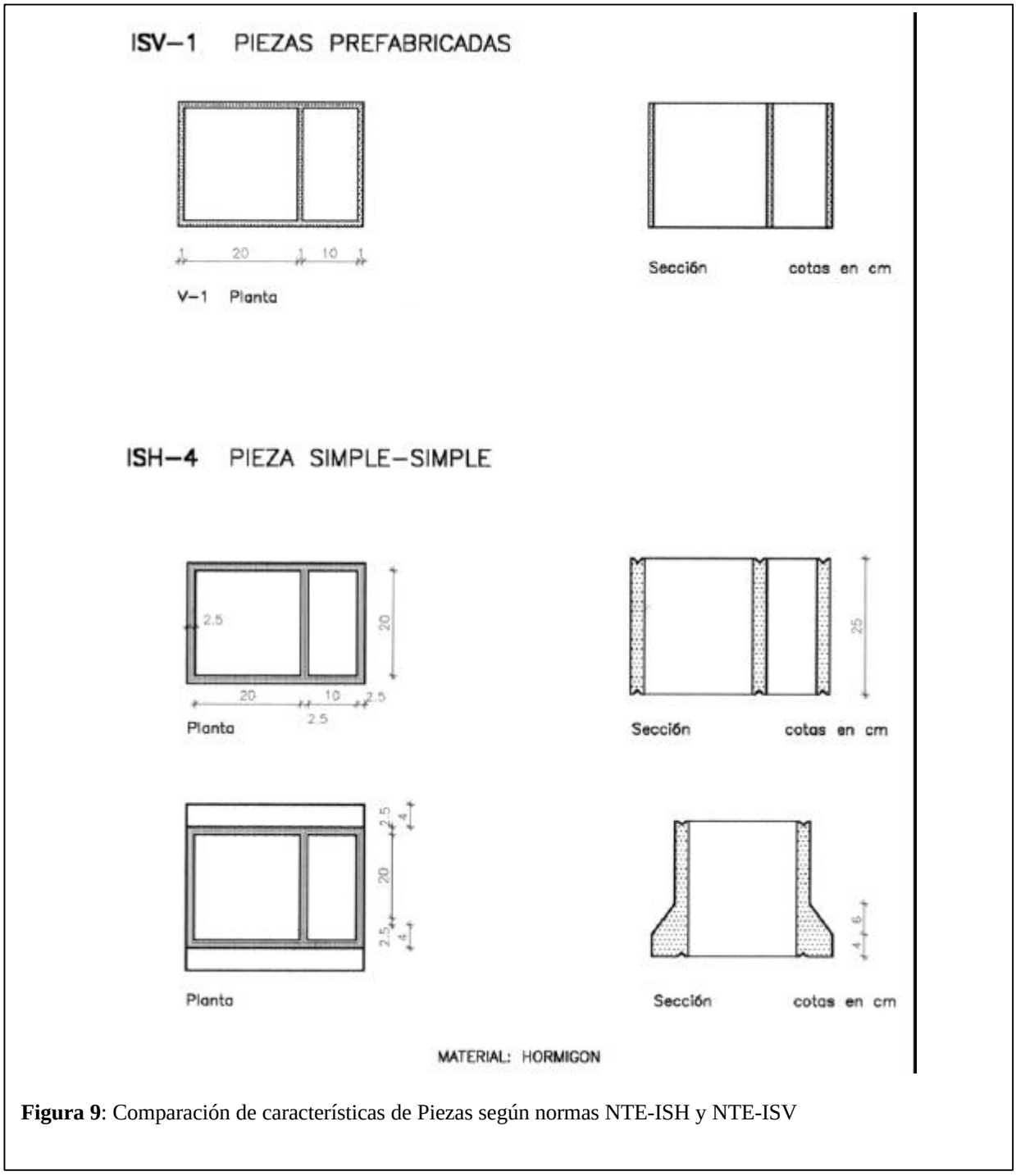


Figura 9: Comparación de características de Piezas según normas NTE-ISH y NTE-ISV

Respecto a la pendiente y longitud del **conducto de humos** se fijan las siguientes dimensiones:

- Pendiente mínima del 3 %.

- Longitud máxima 3 m.

Las características más importantes que deben cumplir las **chimeneas** de acuerdo a la norma NTE-ISH son:

*** MATERIAL**

Las piezas con las que se construyan las chimeneas serán de hormigón vibrado, constituido por un conglomerado de cemento aluminoso CA-350, árido refractario con un contenido de alúmina no inferior al 22% y arena de río. Los propios fabricantes suelen indicar en sus catálogos qué piezas cumplen la norma ISH y cuáles la ISV.

*** DIMENSIONES**

El espesor mínimo de las piezas será de 2,5cm y estarán provistas de una entalladura, de manera que al recibirlas con masa quede garantizada su estanqueidad.

*** CONSTRUCCION**

En este punto se comenta la solución correspondiente a edificios entre 4 y 8 plantas, ya que los mismos cubren la mayor parte de los casos que se presentan en nueva construcción. Los aspectos más importantes a destacar son:

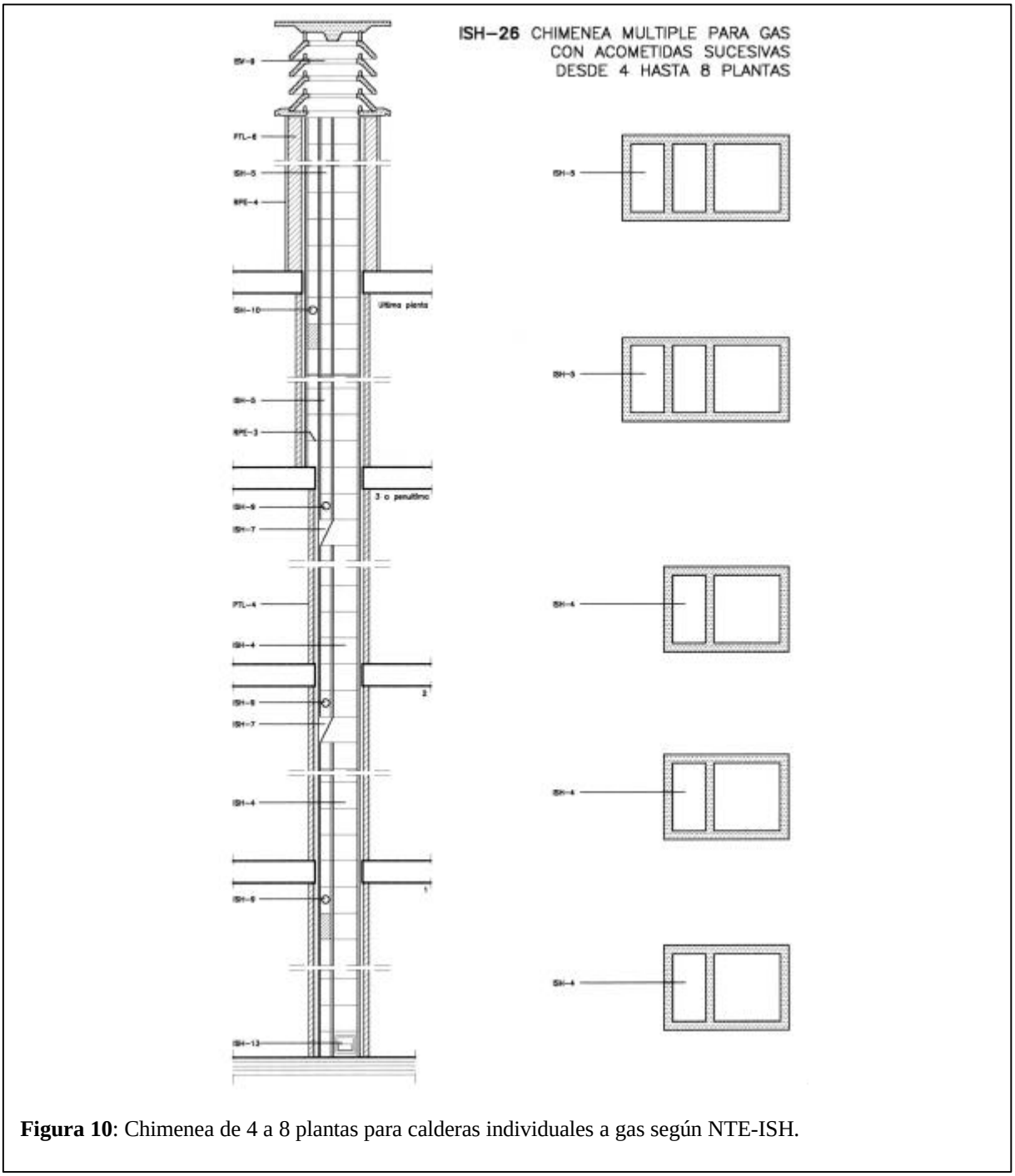


Figura 10: Chimenea de 4 a 8 plantas para calderas individuales a gas según NTE-ISH.

- La chimenea se iniciará en el suelo de la primera planta; en el arranque se dispondrá una pieza de registro (ISH-13), de modo que la chimenea se pueda limpiar cuando sea necesario.
  Este registro de limpieza será una servidumbre de la vivienda de la primera planta; cabe la posibilidad que la chimenea arranque de una zona comunitaria en la planta más baja, evitándose el registro en una zona privada.

- Hasta la planta penúltima las piezas serán SIMPLE-SIMPLE (ISH-4).
  En la última planta las piezas serán SIMPLE-DOBLE (ISH-5), de este modo las dos últimas plantas evacuan los gases directamente al exterior, sin unirse al conducto común, de manera que el colector común dispone de una altura equivalente a tres plantas sin interferencias de caudales de gases añadidos, lográndose una importante mejora de tiro del conjunto. Por este motivo en los **edificios con tres (o menos) plantas, la solución adoptada debe ser la de chimeneas individuales**.

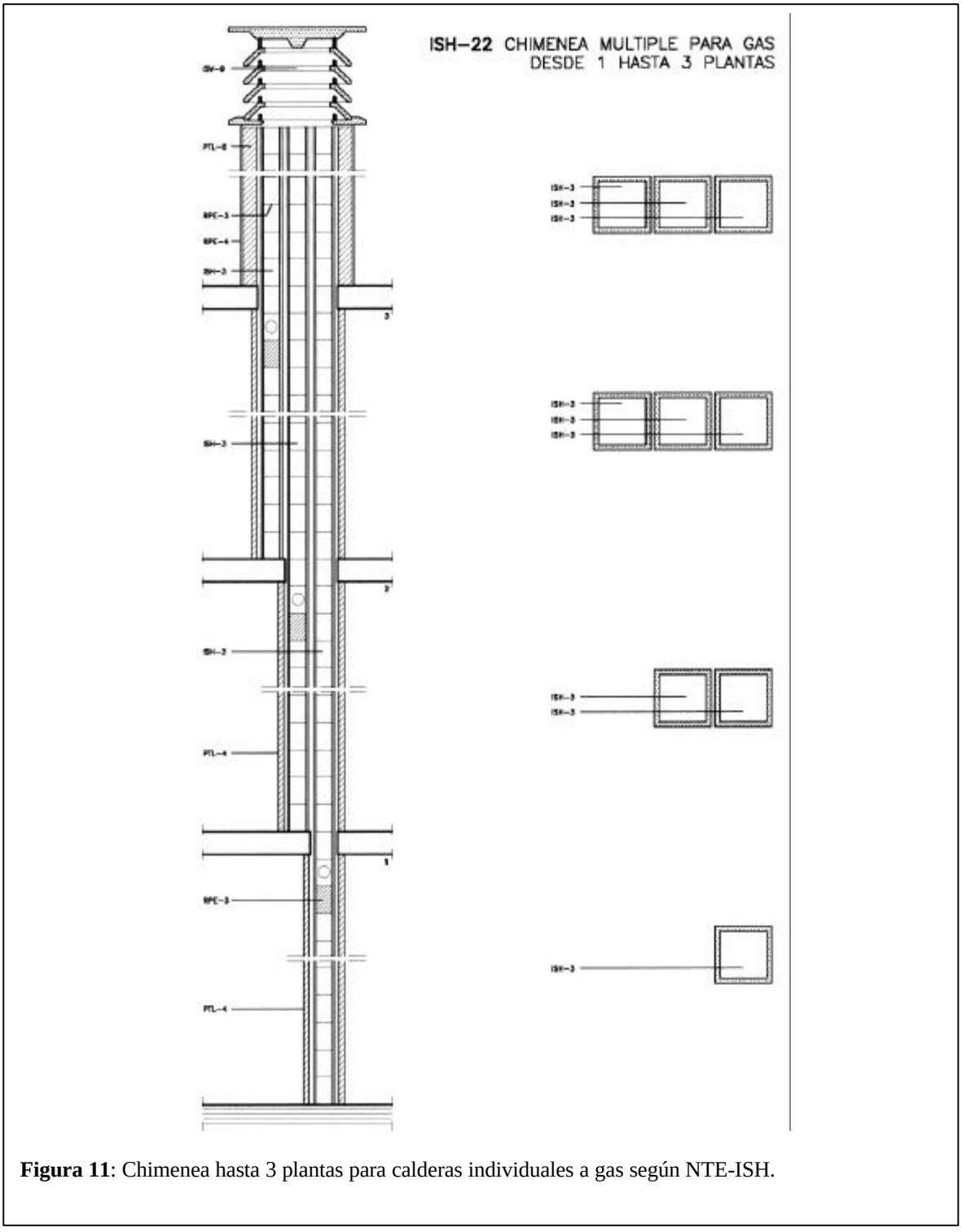


Figura 11: Chimenea hasta 3 plantas para calderas individuales a gas según NTE-ISH.

- Si los conductos de humos de las calderas embocan a las chimeneas por el lateral, se utilizarán piezas de DERIVACION SIMPLE-SIMPLE (ISH-7), disponiéndose para la embocadura de un frente de 20cm.
  Si los conductos de humos embocan por el frente de la chimenea, deberán emplearse piezas de ACOMETIDA SIMPLE-SIMPLE (ISH-9) o ACOMETIDA SIMPLE-DOBLE (ISH-10), con un frente de 15cm para la embocadura; si no se utilizasen estas piezas se dispondrían de únicamente 10 cm, lo que obligaría a estrangular la conexión de los conductos de humos.

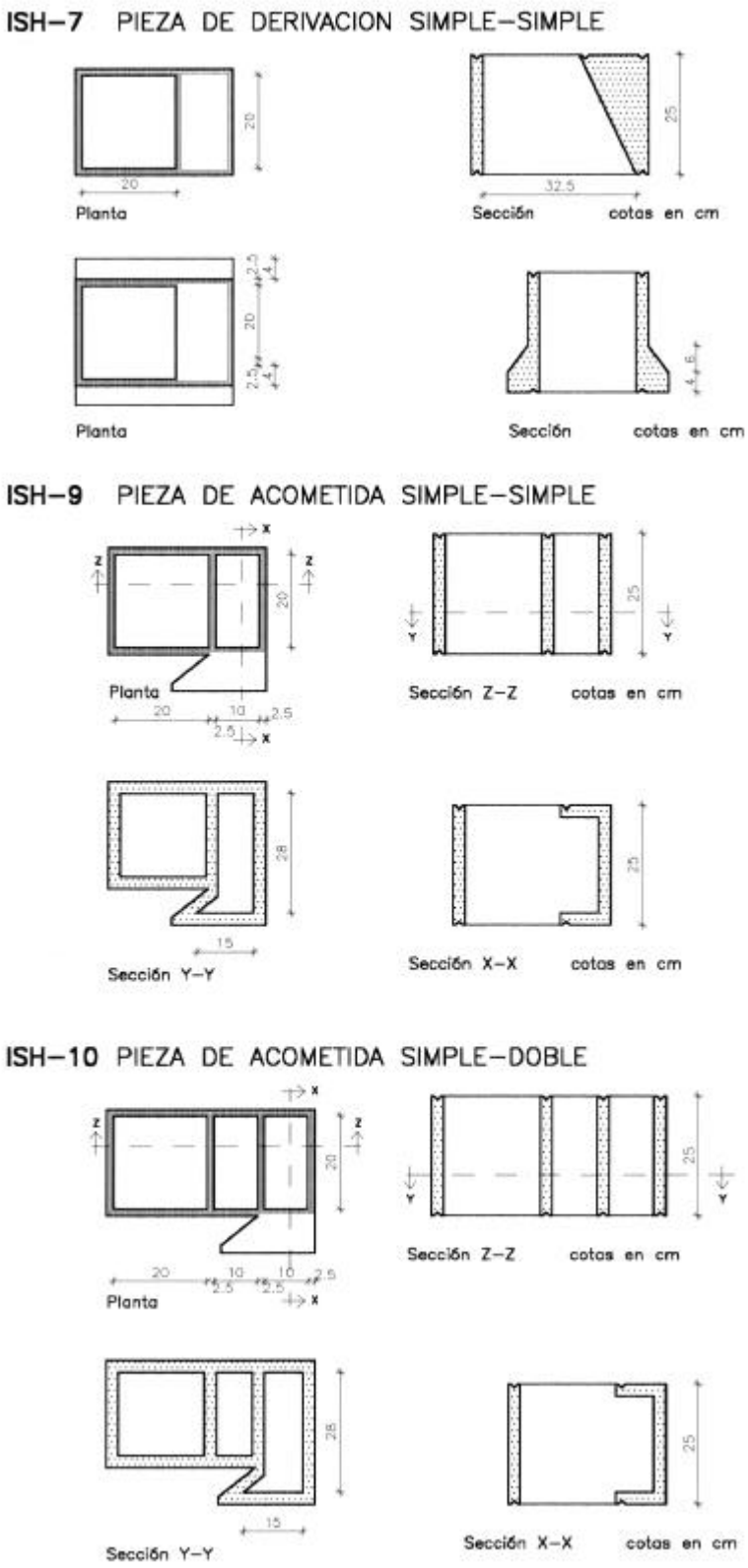


Figura 12: Características de las piezas de acometida de conductos de evacuación, según NTE-ISH.

Si las chimeneas que se instalen en la edificación son de tipo COLECTIVO, cumplirán las especificaciones fijadas en la NTE-ISH/74 (Instalaciones de salubridad, evacuación de humos y gases).

Las Normas Tecnológicas fueron aprobadas por el Decreto 3.565/1.972, de este Decreto son de destacar los artículos que a continuación se reproducen literalmente:

Artículo 6º **Las NTE** tendrán carácter de soluciones y criterios técnicos **homologados** por la administración y **habrán de ser conocidas por las personas que tengan debidamente asignada la responsabilidad de la planificación o de la realización** de las diversas actuaciones tecnológicas expresadas en el articulo 2º.

Artículo 7º Las NTE son **aplicables en todas las edificaciones, tanto públicas como privadas**, por las personas a que se refiere el articulo anterior, las que **podrán**, no obstante, **adoptar soluciones distintas** a las contenidas en las NTE en los campos de sus respectivas competencias.
En todo caso, al justificar la idoneidad de sus soluciones, mediante las memorias técnicas correspondientes, bastará con citar su referencia, cuando se utilicen las NTE.

Artículo 9º Los niveles de calidad, control y mantenimiento, definidos por las NTE, se entenderán **mínimos**, por lo que las **variantes** que se contemplan en el artículo 7º **no podrán reducirlos**.

De los artículos mencionados se deduce que **sólo se pueden aplicar soluciones diferentes de las NTE si se mejoran claramente las mismas**, en el caso de las chimeneas esto se produce con chimeneas individuales o colectivas con materiales mas adecuados (p.e. acero inoxidable).

Foto 1: Material según NTE-ISH, embocadura mediante pieza especial ISH-9 (ver figura 19), con sección adecuada.
El conducto posterior es según ISV para ventilación de la cocina.

Foto 2: Material según NTE-ISV, este material está especificado para ventilación, es mucho mas frágil y fácil de desviar de la verticalidad.

Foto 3: Remate según norma NTE-ISH para edificio de 5 plantas.
Se observan las salidas independientes de las dos últimas plantas junto al conducto común; el otro conducto es el de ventilación de cocinas, realizado con piezas según ISV.

Foto 4: Aspiradores estáticos según norma ISH para edificio de 5 plantas.
En el frente del conjunto de ventilación se observan las salidas de los conductos correspondientes a las campanas extractoras.

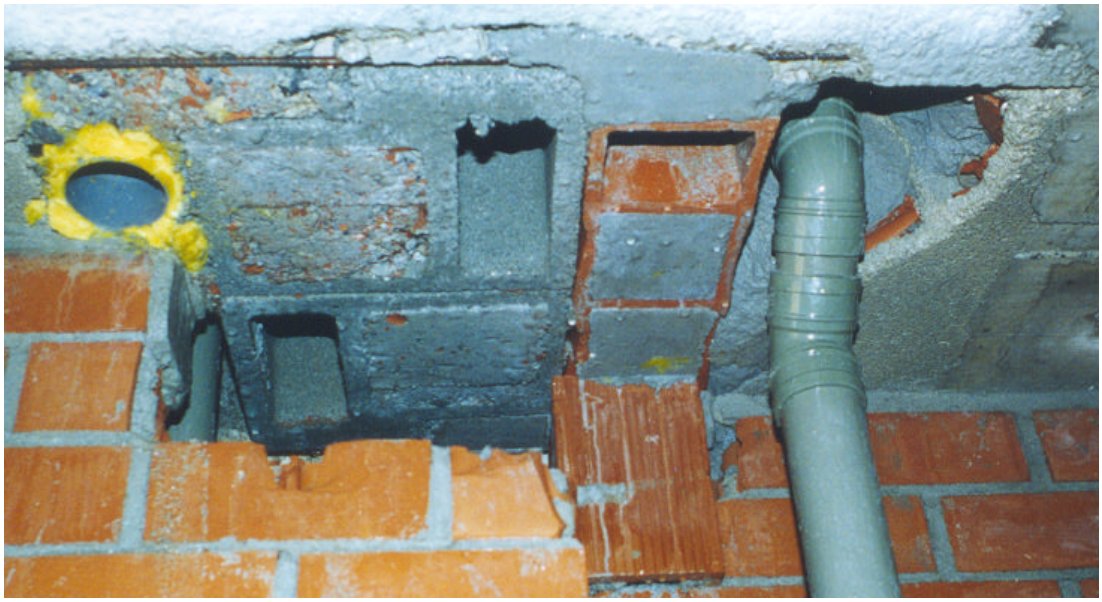


Foto 5: Conexiones de ventilación en planta baja; en el centro se observa la correspondiente a chimeneas con material ISH, junto a ella la de ventilación de cocina con material ISV y a la izquierda con conducto circular de PVC la de la campana extractora.
A la derecha se observa la bajante de saneamiento de cocinas.
La chimenea arranca del techo de la planta baja, cuando debiera hacerlo desde el suelo de la misma, con el fin de disponer de un “fondo de saco” para el conducto común, con el correspondiente registro de limpieza.

6.6.- RECOMENDACION SEDIGAS RS-U-03

Aunque la misma no es de obligado cumplimiento, ha sido adoptada por las empresas suministradoras, por lo que en la práctica debe aplicarse. Los aspectos más importantes son:

* SE PROHIBE EL EMPLEO DE CONDUCTOS DE HUMOS DE MATERIALES FLEXIBLES

  Hasta el momento actual ha habido gran controversia en el mercado sobre la bondad de estos productos, por un lado presentan la ventaja de su facilidad de instalación y adaptación a los cambios de dirección, pero realmente se ha abusado de los mismos y se han empleado conductos flexibles de materiales inadecuados.

  Esta medida ha sido consensuada por las compañías suministradoras, y por lo tanto en la actualidad únicamente pueden emplearse materiales metálicos lisos.

* SE FIJAN UNOS DIAMETROS MINIMOS PARA LOS CONDUCTOS DE HUMOS.

  Para los aparatos de tiro natural, que no dispongan de chimenea hasta la cubierta se fijan los diámetros mínimos de conductos de humos indicados en la siguiente tabla:

POTENCIA NOMINAL DEL APARATO (kW)	DIAMETRO INTERIOR MINIMO (mm)
Hasta 11,5	90
Hasta 17,5	110
Hasta 24,0	125
Hasta 31,5	139
Superior a 31,5	175

  Es recomendable que estos diámetros sean adoptados también en el caso de conductos de humos que desemboquen en una chimenea.

* INCLUYE UN METODO DE CALCULO PARA EVACUACION ATMOSFERICA POR FACHADA.

  Si bien esta es una práctica tendente a desaparecer, en varias comunidades autónomas y asimismo diversas compañías suministradoras obligan a emplear aparatos estancos o de tiro forzado cuando se realice la evacuación de humos por fachada.

Foto 6: Conducto de humos para conexión de caldera a chimenea, material metálico liso conforme a la recomendación RSU-03.
El cambio de dirección se ha resuelto, de manera suave, mediante dos codos de 45°.
Junto a la conexión del conducto de humos se ve el previsto para la campana extractora.

Foto 7: Conducto de humos de material, (plástico), sección y trazados (excesivos cambios de dirección) inadecuados.

6.7.- ANALISIS CRITICO DE LA NORMATIVA VIGENTE

Un primer problema de la normativa sobre evacuación de los PdC en calderas individuales a gas se presenta por la cantidad de sectores que intervienen lo que provoca una normativa dispersa y a veces contradictoria; las normas aplicables corresponden a los siguientes grupos:

- Instalaciones de gas.
- Calefacción climatización y ACS.
- Construcción.
- Chimeneas.

Entre las normas existen varias de obligado cumplimiento y otras recomendadas; además en el proceso constructivo intervienen varios gremios, sin que quede claramente definido quien es el responsable de la ejecución de los sistemas de evacuación de los PdC, todo ello suele provocar instalaciones deficientes.

Para evitar este problema, en primer lugar debieran establecerse sin lugar a equivocos las **responsabilidades de cada sector que intervenga en el proceso constructivo** (Arquitectos, Constructores, Ingenieros, Instaladores, etc).

Otro aspecto muy importante es que **no se determinan con precisión** cuales son los **materiales aceptados** para los conductos de humos:

- En la UNE 123.001 solo se indica que serán incombustibles (clasificación **M0**) y resistentes a la temperatura y a la corrosión.

- En la NTE-ISH se define exactamente el tipo de hormigón con el que se deben fabricar la piezas.

- Unicamente en el caso de realizar chimeneas modulares de acero inoxidable, deben estar homologadas de acuerdo a lo especificado en el R.D. 2532/1985.

Debería exigirse que los materiales para cualquier chimenea dispusiesen de la correspondiente homologación; debiendo redactarse una norma UNE o similar; los fabricantes serían los encargados de demostrar la adecuación a la misma de su producto.

No se fijan las secciones mínimas de los conductos de humos y chimeneas, y tampoco queda claro si para instalaciones individuales de gas se debe aplicar el método de cálculo definido en la norma UNE 123.001; sería adecuado legislar unas tablas de dimensiones mínimas en función del número de calderas que desembocan en una misma chimenea; para los conductos de humos podrían elevarse a obligatorios los valores dados en la RSU-03.

Un aspecto muy importante en los problemas de evacuación de los PdC es la potencia de las calderas instaladas; por motivos económicos y de espacio las mas utilizadas son las calderas Mixtas con producción instantánea de ACS, para poder atender a esta producción instantánea cada vez se recurre a mayores potencias, ya resulta habitual la caldera de 28 kW, con el consiguiente incremento del volumen de humos y problemas para la evacuación de los mismos; debería contemplarse la obligatoriedad de instalar calderas de menor potencia con acumulación de ACS que proporcionarían mejoras de confort, mayor rendimiento y facilidad de evacuación de humos.

Aunque la norma UNE 123.001 exige chimeneas hasta cubierta, en muchos casos se aplica únicamente el RIGLO, por lo que éste debería indicar la obligatoriedad (en obra nueva) de instalar dichas chimeneas; la indefinición de la ITE 09 puede conducir a permitir la evacuación por fachada en obra nueva.

Es muy lamentable la existencia de lagunas normativas en muchos aspectos, por ejemplo el tema de las calderas estancas apenas está contemplado.

7.- RECOMENDACIONES PARA DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO

El diseño de las chimeneas depende de manera fundamental del tipo de calderas que se vayan a instalar; en obra nueva las más utilizadas son las atmosféricas de tiro natural, en las cuales y debido a su forma de trabajo no se puede tener un control absoluto sobre la evacuación de los PdC, ya que las condiciones varían constantemente, dependiendo del estado de funcionamiento y de las condiciones climáticas imperantes, por este motivo, y para garantizar la seguridad de las personas **resulta imprescindible que dispongan del dispositivo de control antidesbordamiento de los PdC**.

7.1.- CALDERAS ATMOSFERICAS DE TIRO NATURAL

7.1.1.- CONDUCTOS DE EVACUACION DE HUMOS

Se realizará con **material metálico de paredes interiores lisas**; su trazado será inferior a 3 m, teniendo en cuenta que cada cambio de dirección equivale a 0,5 m; la pendiente mínima será del 3 % y se respetarán 20 cm verticales por encima del collarín de conexión de la caldera.
La sección se calculará según la tabla del apartado 6.6, y como mínimo será la indicada por el fabricante de las calderas.
La conexión a chimenea debe hacerse con material de sellado apropiado, preferentemente masa, y en ningún caso espumas de poliuretano o similares, que no son capaces de mantenerse estables con el calor.

7.1.2.- CHIMENEAS INDIVIDUALES

Es la solución técnicamente más adecuada, sobre todo empleando materiales similares a los indicados para el conducto de humos, el más apropiado es el acero inoxidable.

Las chimeneas se pueden agrupar por manos de viviendas, dotando a cada conjunto de aislamiento térmico y cierre en albañilería que las separe de los locales por donde discurran; esta solución permite ligeras modificaciones en su trazado respecto de la vertical. Las dimensiones de estos conductos serán iguales a las indicadas en la tabla antes mencionada.

También cabe la posibilidad de realizar este tipo de chimeneas en materiales de obra (hormigón, ladrillo refractario, etc.); en este caso la sección mínima será de 14x14 cm y su trazado será **totalmente vertical**.

7.1.3.- CHIMENEAS COLECTIVAS DE DOBLE CONDUCTO

En este tipo de soluciones, si se realizan en **obra de fábrica**, se cumplirá estrictamente lo especificado en la norma **NTE-ISH/74**, cuidando especialmente los siguientes aspectos:

- Material.
- **Trazado totalmente vertical**.
- Al conducto principal se conectarán un máximo de 6 calderas, teniendo en cuenta, además, que las dos últimas plantas deberán desembocar individualmente hasta la cubierta.

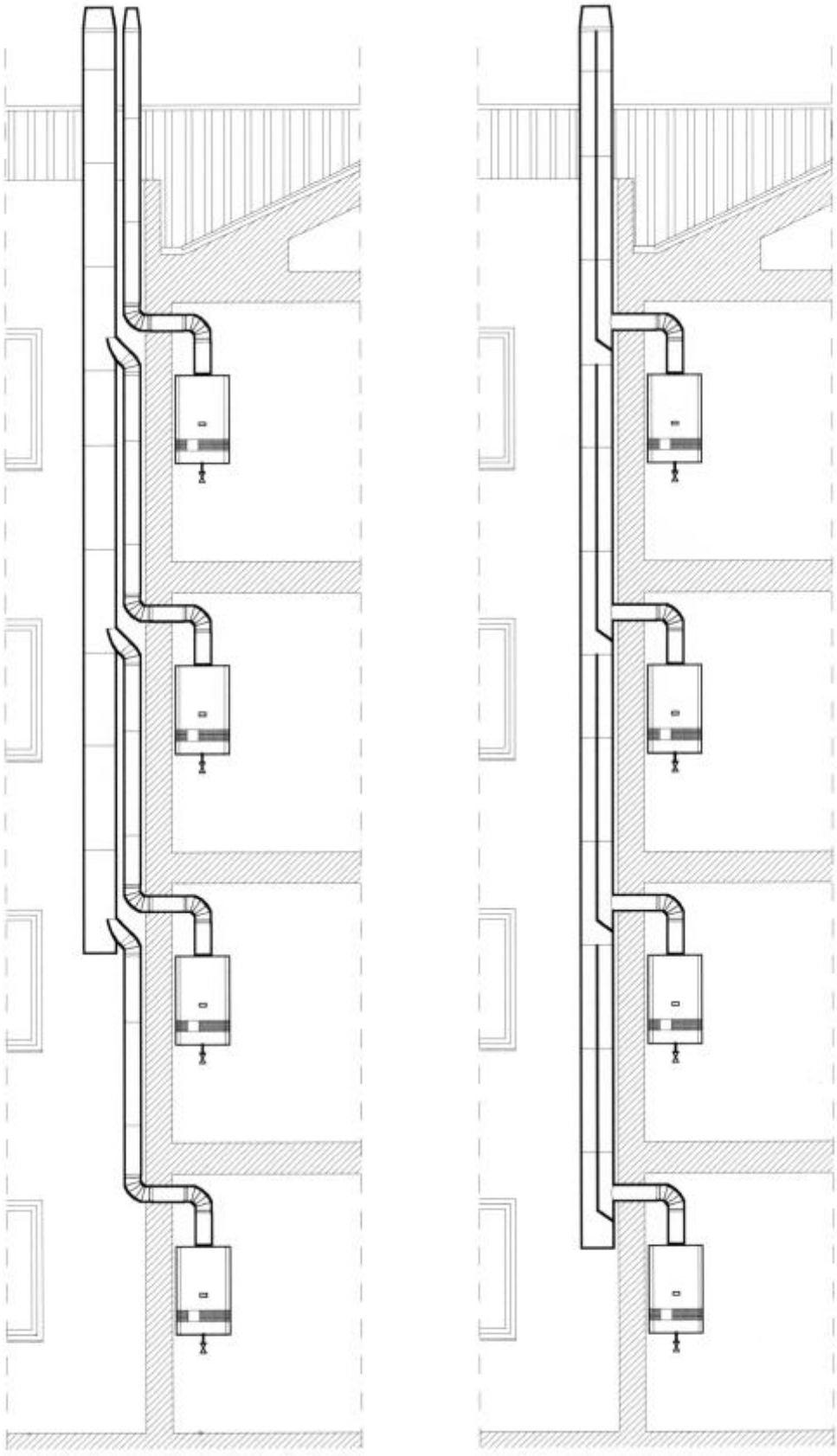
Se ofrecen chimeneas con material según NTE-ISH, pero con dimensiones del conducto auxiliar mayores, lo que facilita el emboque tanto frontal como lateral (figura 20)

Existen en el mercado ofertas de **chimeneas de doble conducto de tipo modulares de acero inoxidable**, éstas chimeneas son de materiales más apropiados para esta aplicación que el especificado en la NTE; para su diseño y dimensionamiento se deben seguir las indicaciones dadas por los fabricantes de las mismas.

7.1.4.- CHIMENEAS COLECTIVAS DE CONDUCTO UNICO

Es posible instalar chimeneas modulares de conducto único a las que vayan acometiendo las calderas de cada planta; esta solución presenta un inconveniente debido a que para cumplir la ITE 09.3 el conducto de humos de cada caldera debe discurrir por un tramo equivalente a la altura de una planta, lo que encarece la solución.

Técnicamente es una buena solución, para su implantación debe estudiarse cada caso en particular.



Chimeneas Modulares colectivas; la chimenea con conducto único obliga a realizar un trazado auxiliar de una planta por vivienda; la chimenea de doble conducto solventa este problema; ambas son soluciones de buena calidad.

7.2.- CALDERAS ATMOSFERICAS DE TIRO FORZADO

Frente a las calderas de tiro natural presentan la ventaja de un mayor control en la evacuación de los PdC, ya que la misma es forzada por ventilador, siendo menos sensible a las variaciones climatológicas; su inconveniente proviene de que sobrepresionan el circuito de humos, pudiendo llegar a provocar alguna fuga a lo largo del mismo, por ello en estos casos **resulta de suma importancia garantizar su estanqueidad**; ahora bien esta sobrepresión es pequeña por lo que no es probable que se presente más allá del propio conducto de humos.

7.2.1.- CONDUCTOS DE EVACUACION DE HUMOS

Los materiales a utilizar serán lo mismos que los indicados para tiro natural; la sección longitud y trazado se realizará de acuerdo a las indicaciones del fabricante de las calderas.

7.2.2.- CHIMENEAS INDIVIDUALES

Previamente a aplicar esta solución debe consultarse con el fabricante de las calderas, con su visto bueno, se seguirán los mismos criterios que en el caso de calderas de tiro natural; el ventilador de las calderas está diseñado para vencer la pérdida de carga del conducto de humos (por este motivo el fabricante debe indicar el trazado máximo admisible para dicho conducto); una vez que los PdC alcanzan la base de la chimenea se comportan de modo similar al caso de tiro natural, con la ventaja añadida que el exceso de aire es menor en el caso del tiro forzado, por lo que el dimensionado de las chimeneas, como para calderas de tiro natural, debe resultar suficiente, incluso con mayor factor de seguridad.

7.2.3.- CHIMENEAS COLECTIVAS

Unicamente puede utilizarse este tipo de chimeneas si han sido diseñadas exclusivamente para esta aplicación, por lo que si se quiere realizar esta solución debe consultarse con los fabricantes de las chimeneas y de las calderas.
Técnicamente es una buena solución.

7.3.- CALDERAS ESTANCAS DE TIRO FORZADO

En obra nueva según nuestro criterio su utilización implica el uso de chimeneas especialmente diseñadas, por lo que se debe consultar con el fabricante de las mismas; hay diversos fabricantes que ofrecen soluciones apropiadas fundamentalmente basadas en chimeneas modulares de acero inoxidable.

También hay soluciones con chimeneas de doble conducto de obra de fábrica.

Desde el punto de vista técnico la instalación de calderas estancas con evacuación por cubierta **es la solución óptima**, por contra requieren mayor inversión.

Debido a la calidad técnica de esta solución es de esperar que cada vez sea mas utilizada; en otros países existen chimeneas que permiten embocar calderas enfrentadas en las misma planta, además para esta solución no exigen que el conducto auxiliar discurra por una altura equivalente a una planta, sino que permiten embocar directamente al conducto principal, facilitando la ejecución de obra.

Se adjuntan figuras con soluciones de calderas estancas con evacuación de humos a chimenea colectiva:

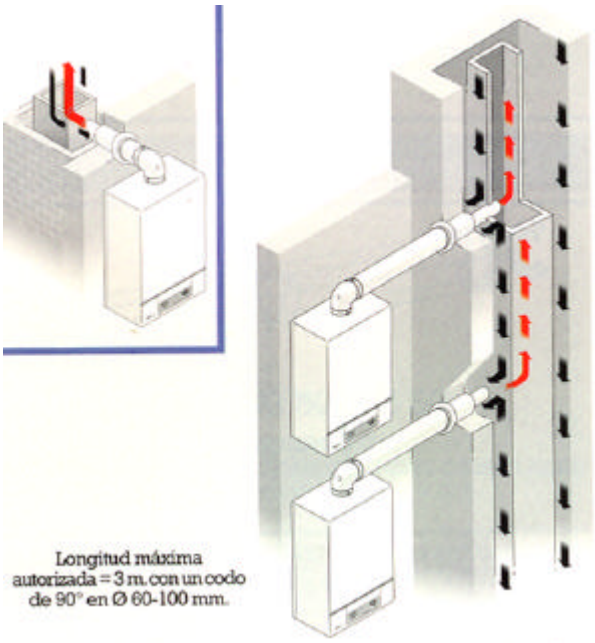
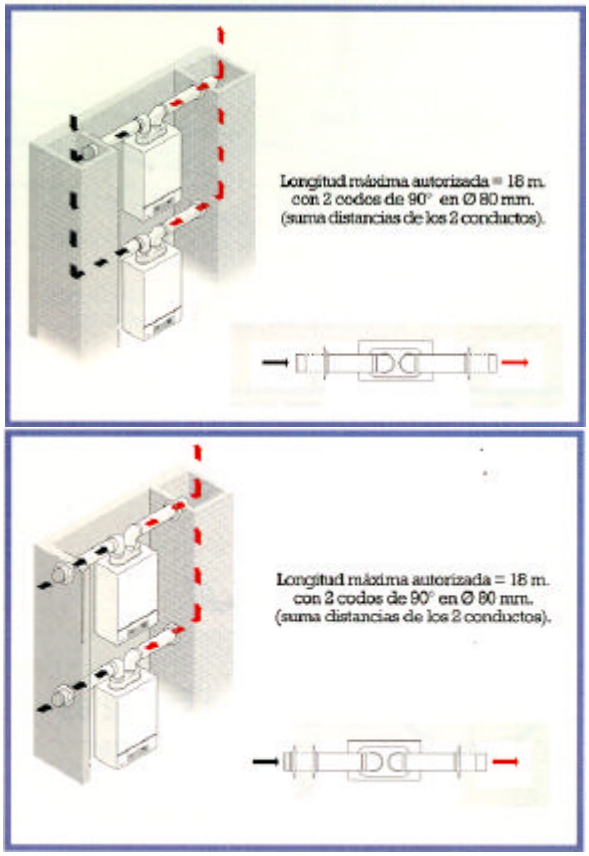
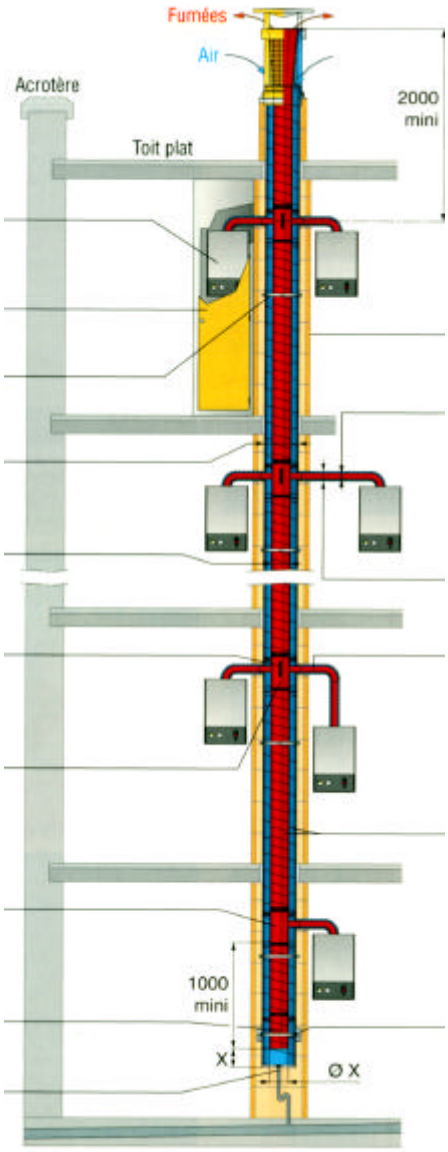


Figura 14: Evacuación por chimenea concentrica a la toma de aire, el conjunto es de obra de fábrica.
(De la publicación "Accesorios de evacuación para calderas estancas y de tiro forzado" de FAGOR)



Figuras 16 y 17: Evacuación de los PdC por chimenea común de obra de fábrica, la toma de aire se realiza en un caso a través de otro conducto común de obra de fábrica y en otro directamente desde el exterior.
(De la misma publicación que la figura 14)



Conjunto de toma de aire y evacuación de los PdC concentricos, material metálico, ejecución modular.
El diseño permite embocar calderas enfrentadas en cada planta.

8.- CONSIDERACIONES PARA PROYECTOS

En fase de proyecto es posible tomar decisiones que conlleven un buen funcionamiento de la instalación; por contra, también se pueden cometer errores de muy difícil resolución posterior.

Debe tenerse especial cuidado en:

* **Ubicación** de los aparatos consumidores de gas.
* **Diseño** de las chimeneas.
* **Ventilación** de los locales con aparatos consumidores de gas, teniendo en cuenta la climatología del lugar.

Estos tres aspectos **deben quedar totalmente definidos en el proyecto**, antes de iniciarse la obra; en muchas ocasiones se deciden cuando la obra ya está avanzada, llegándose a provocar trazados inadecuados, mayores costos de instalación y problemas de tiro, con el consiguiente deterioro de la calidad del aire interior de las viviendas y riesgo para sus ocupantes.

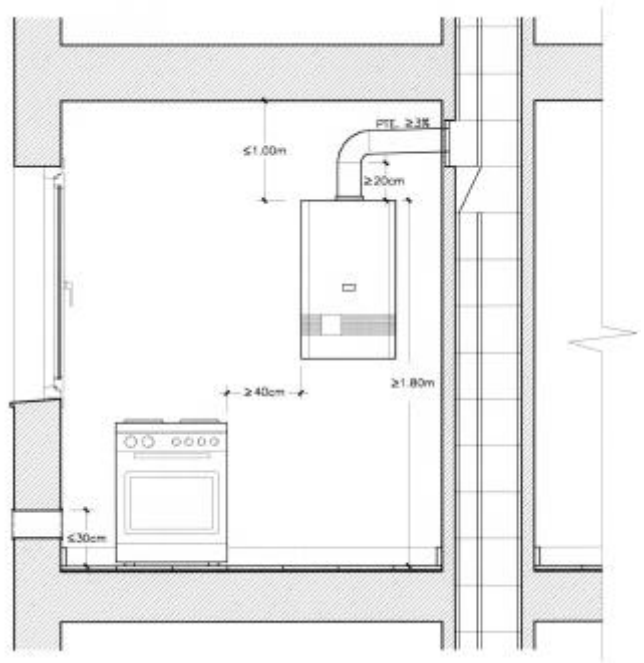


Figura 18: Distancias a considerar para la ubicación de las calderas a gas.

Foto 8: Conexión de caldera, en el centro se tiene la descarga de la válvula de seguridad, a la derecha se ven las conexiones eléctricas y junto a ellas la llave de gas.

Los aparatos consumidores de gas, normalmente, se agrupan en las cocinas; los más habituales son: caldera mixta y cocina.

La caldera debe situarse lo más próximo posible a la chimenea, para evitar largos recorridos del conducto de evacuación de humos, siendo preferible su situación cerca de la fachada; es muy aconsejable ubicarlas en terrazas o tendederos convenientemente protegidas contra la acción del viento.

Entre las calderas y las cocinas debe quedar una distancia mínima, en planta, de 40 cm.

El punto de colocación de la caldera debe estar precisado de modo que se respeten los 20cm verticales por encima del cortatiros y que se pueda mantener la pendiente adecuada del conducto de humos; este punto debe ser totalmente definido en el replanteo inicial de obra.

Las chimeneas deben quedar especificadas en su totalidad, tanto en tipo de materiales como en secciones, debiéndose situar en un lugar que permita su trazado vertical hasta la cubierta; **si las chimeneas son de obra esta verticalidad debe ser respetada de manera rigurosa**, las chimeneas individuales de materiales metálicos permiten realizar algunas desviaciones.

Las rejillas para entrada del aire de combustión deben situarse a ras de suelo, o como mucho con su arista superior a 30 cm del mismo, debiendo quedar separadas de las conducciones de gas. Se procurará que no queden en una fachada muy azotada por el viento, ya que en estos casos, los usuarios con mucha frecuencia recurren a taparlas para evitar las sensaciones molestas que provocan; cuando las cocinas tengan esta orientación, se puede recurrir a instalarlas en un retranqueo o en el punto donde se vaya a situar el radiador, ya que este último atenúa el efecto desagradable de la entrada de aire frío.

8.1.- INFLUENCIA DE LAS CAMPANAS EXTRACTORAS

Cada vez está más extendida la utilización de campanas extractoras en las cocinas que provocan un fuerte movimiento del aire, esto tiene como consecuencia que, al disponerse de una entrada de aire insuficiente para este caudal, la campana provoca el retorno de humos a través del cortatiros de la caldera.

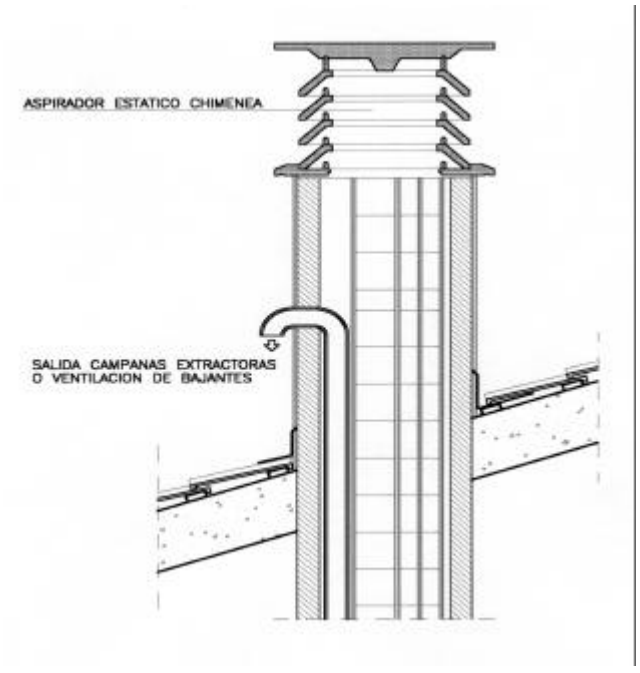


Figura 19: Remate en cubierta para salida conjunta de chimeneas y campanas extractoras.

También resulta muy habitual que las conducciones de las campanas y las chimeneas se lleven hasta la cubierta por el mismo hueco y finalicen en un remate común, esta situación agrava el problema, ya que las campanas extractoras por un lado crean depresión en los locales y por otro generan una sobrepresión en la salida común por cubierta.

La solución a este problema está por un lado en separar las salidas en cubierta y por otro en ubicar las calderas en zonas distintas (galerías, armarios independientes, etc.), o bien en zonas alejadas de las cocinas y procurando realizar una ventilación directa hasta la caldera.

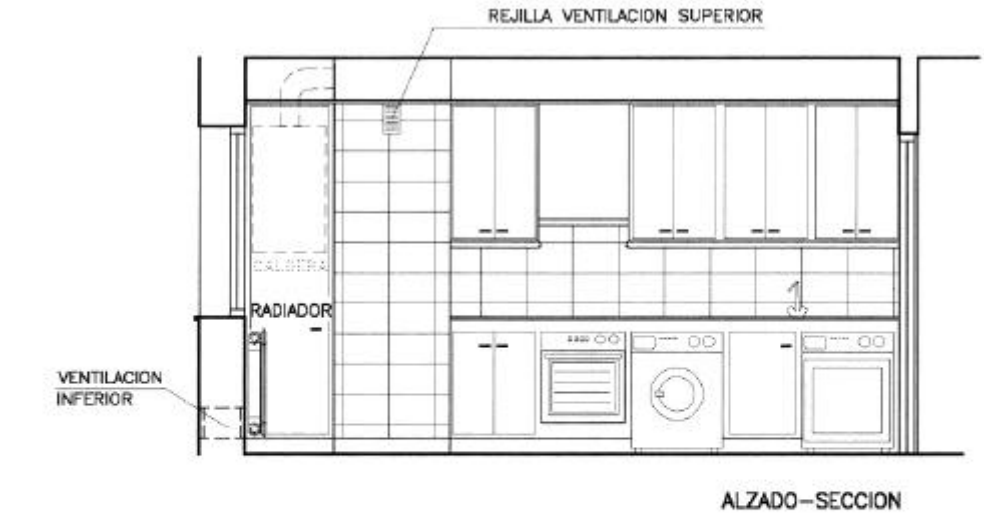
Aumentar la sección de ventilación de los locales palia en cierta medida el problema, pero como contrapartida puede crear situaciones de disconfort que lleven al usuario a tapar las entradas de aire.

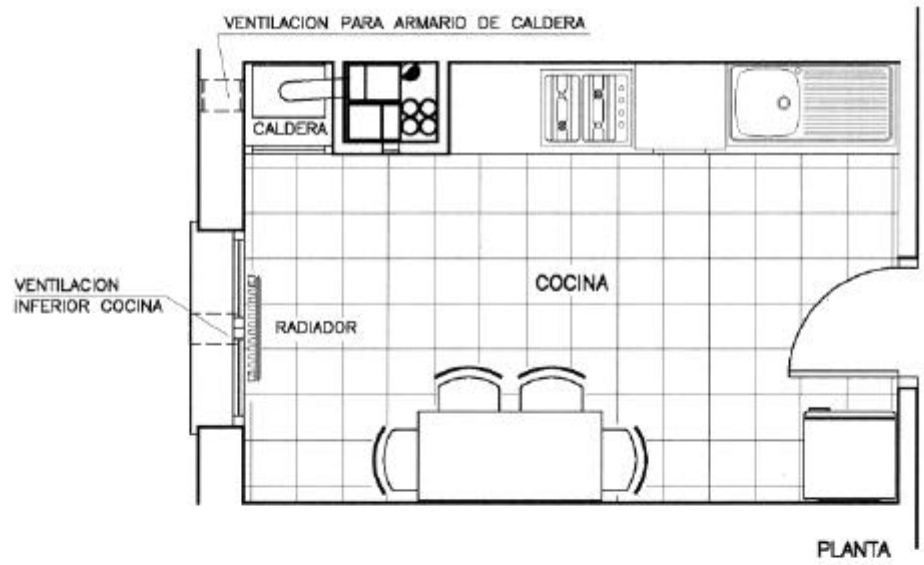
Por último la solución de colocar un selector para el funcionamiento alternativo de la caldera o la campana no debiera contemplarse más que para casos extremos, ya que crea problemas de falta de servicio correcto.

En las siguientes figuras se adjuntan varios ejemplos de distribuciones de cocinas tipo, en las cuales se dan algunas soluciones para la distribución de los aparatos consumidores de gas, evitando la interferencia entre las campanas extractoras y las calderas atmosféricas de tiro natural; la idea básica corresponde a realizar un armario para separar la caldera del local cocina, y dotar al armario de una ventilación directa y exclusiva para el mismo; en el caso de disponer de tendederos este es un lugar apropiado para ubicar las calderas, en estos casos las calderas deberán tener dispositivos antiheladas, para evitar problemas en tuberías en periodos de parada prolongada y época invernal.

En proyecto no resulta difícil adoptar soluciones correctas, pero que deben quedar completamente definidas en esta fase.

Figura 20: Cocina con tendedero; caldera en tendedero y conjunto de ventilación junto a la fachada exterior; esta solución evita las interferencias entre el extractor y la caldera; además al estar situada la caldera en el exterior los problemas causados por revocos de humos no existen.





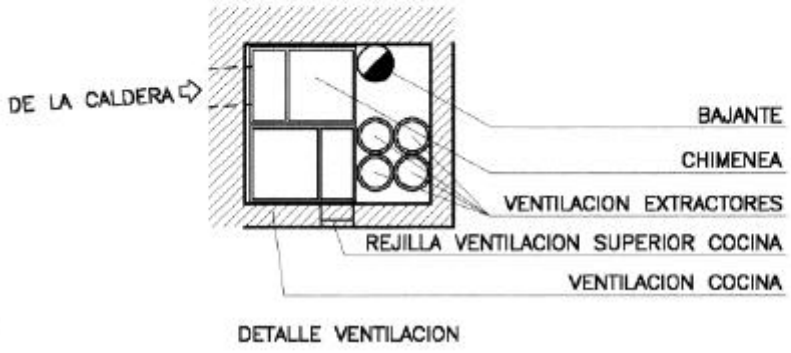


Figura 21: Conjunto de ventilación próximo a la fachada exterior; se crea un armario para la caldera, de modo que se da una ventilación directa al mismo, quedando la caldera físicamente separada de la cocina. Esta solución evita las interferencias entre el extractor y la caldera; además al estar la caldera separada de la cocina los problemas causados por revocos de humos no existen.

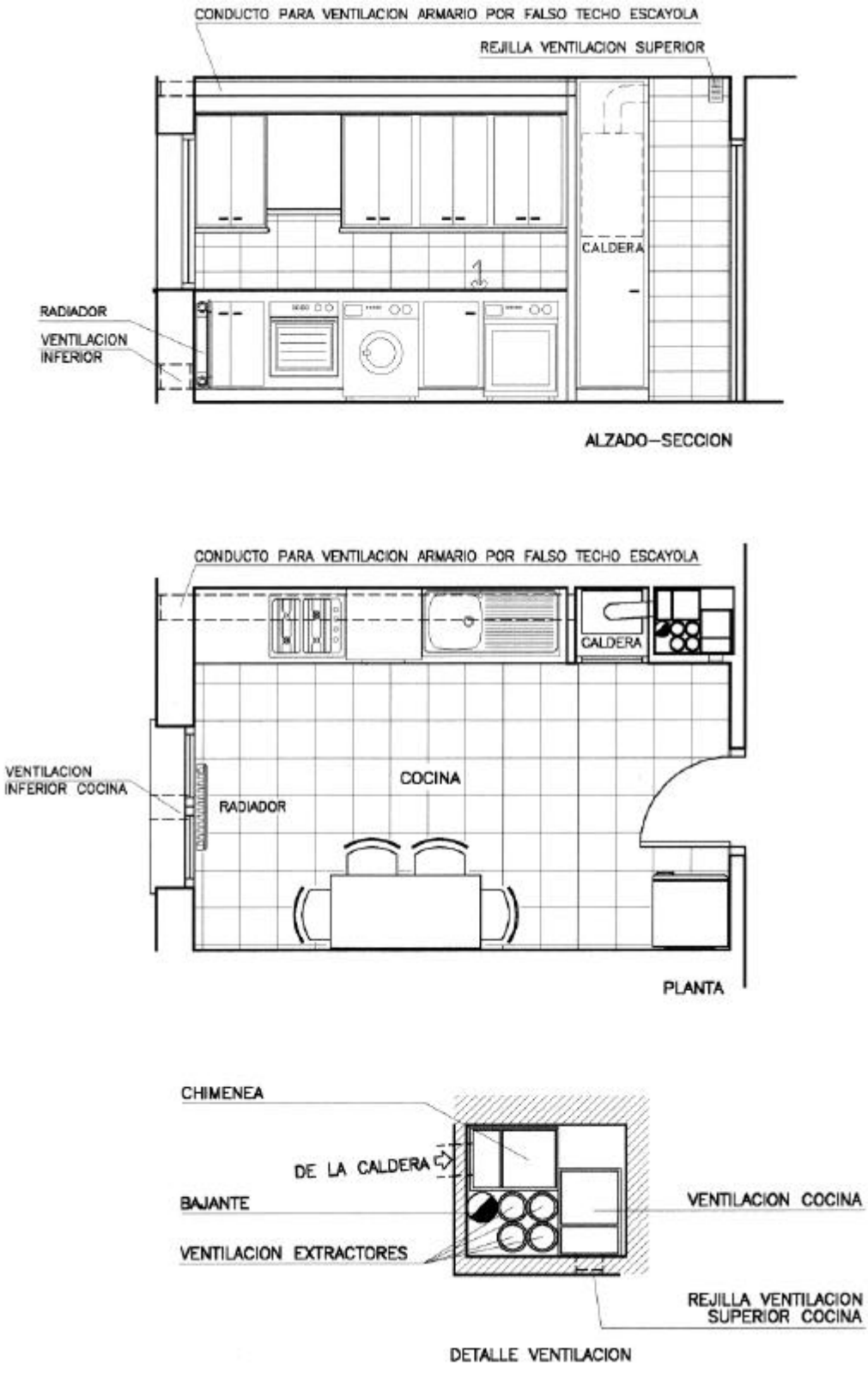


Figura 22: Conjunto de ventilación alejado de la fachada exterior; se crea un armario para la caldera, se dota al mismo con una ventilación directa por encima de los muebles de cocina, quedando la caldera físicamente separada de la cocina. Esta solución evita las interferencias entre el extractor y la caldera; además al estar la caldera separada de la cocina los problemas causados por revocos de humos no existen.

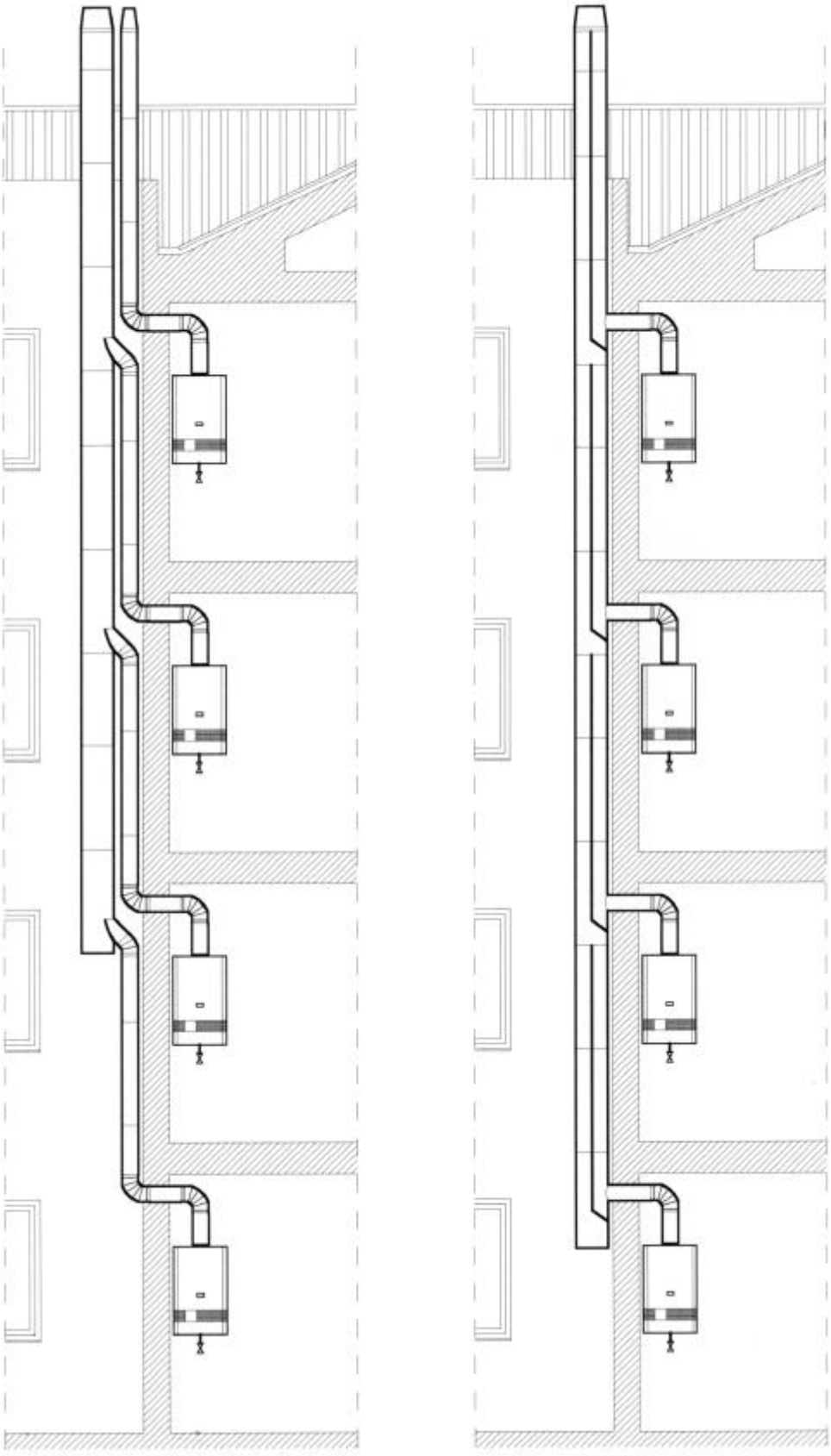


Figura 13: Chimeneas Modulares colectivas; la chimenea con conducto único obliga a realizar un trazado auxiliar de una planta por vivienda; la chimenea de doble conducto solventa este problema; ambas son soluciones de buena calidad.

7.2.- CALDERAS ATMOSFERICAS DE TIRO FORZADO

Frente a las calderas de tiro natural presentan la ventaja de un mayor control en la evacuación de los PdC, ya que la misma es forzada por ventilador, siendo menos sensible a las variaciones climatológicas; su inconveniente proviene de que sobrepresionan el circuito de humos, pudiendo llegar a provocar alguna fuga a lo largo del mismo, por ello en estos casos **resulta de suma importancia garantizar su estanqueidad**; ahora bien esta sobrepresión es pequeña por lo que no es probable que se presente más allá del propio conducto de humos.

7.2.1.- CONDUCTOS DE EVACUACION DE HUMOS

Los materiales a utilizar serán lo mismos que los indicados para tiro natural; la sección longitud y trazado se realizará de acuerdo a las indicaciones del fabricante de las calderas.

7.2.2.- CHIMENEAS INDIVIDUALES

Previamente a aplicar esta solución debe consultarse con el fabricante de las calderas, con su visto bueno, se seguirán los mismos criterios que en el caso de calderas de tiro natural; el ventilador de las calderas está diseñado para vencer la pérdida de carga del conducto de humos (por este motivo el fabricante debe indicar el trazado máximo admisible para dicho conducto); una vez que los PdC alcanzan la base de la chimenea se comportan de modo similar al caso de tiro natural, con la ventaja añadida que el exceso de aire es menor en el caso del tiro forzado, por lo que el dimensionado de las chimeneas, como para calderas de tiro natural, debe resultar suficiente, incluso con mayor factor de seguridad.

7.2.3.- CHIMENEAS COLECTIVAS

Unicamente puede utilizarse este tipo de chimeneas si han sido diseñadas exclusivamente para esta aplicación, por lo que si se quiere realizar esta solución debe consultarse con los fabricantes de las chimeneas y de las calderas.
Técnicamente es una buena solución.

7.3.- CALDERAS ESTANCAS DE TIRO FORZADO

En obra nueva según nuestro criterio su utilización implica el uso de chimeneas especialmente diseñadas, por lo que se debe consultar con el fabricante de las mismas; hay diversos fabricantes que ofrecen soluciones apropiadas fundamentalmente basadas en chimeneas modulares de acero inoxidable.

También hay soluciones con chimeneas de doble conducto de obra de fábrica.

Desde el punto de vista técnico la instalación de calderas estancas con evacuación por cubierta **es la solución óptima**, por contra requieren mayor inversión.

Debido a la calidad técnica de esta solución es de esperar que cada vez sea mas utilizada; en otros países existen chimeneas que permiten embocar calderas enfrentadas en las misma planta, además para esta solución no exigen que el conducto auxiliar discurra por una altura equivalente a una planta, sino que permiten embocar directamente al conducto principal, facilitando la ejecución de obra.

Se adjuntan figuras con soluciones de calderas estancas con evacuación de humos a chimenea colectiva:

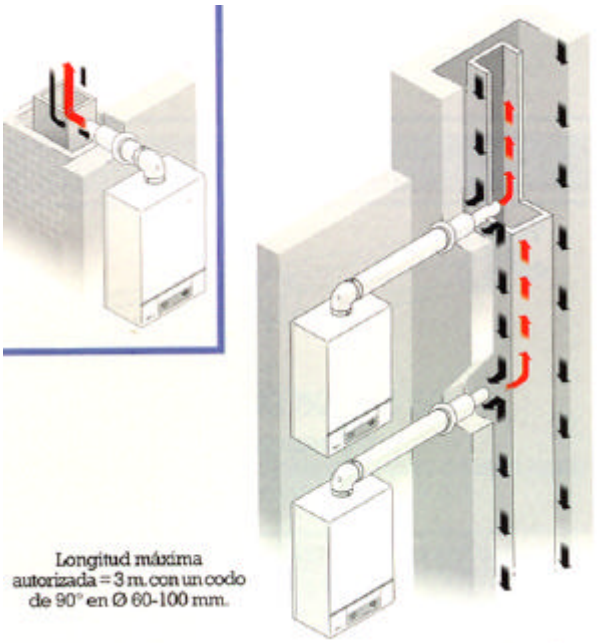
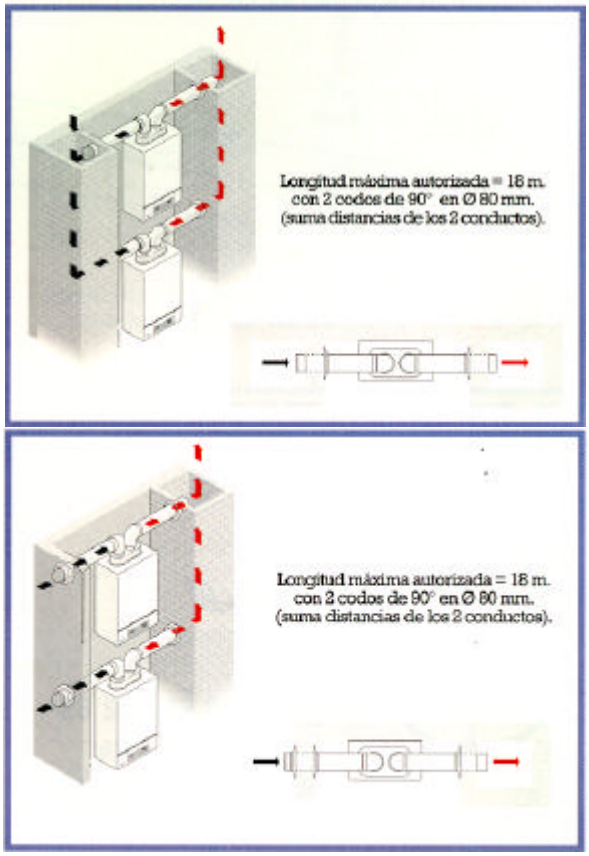


Figura 14: Evacuación por chimenea concentrica a la toma de aire, el conjunto es de obra de fábrica.
(De la publicación "Accesorios de evacuación para calderas estancas y de tiro forzado" de FAGOR)



Figuras 16 y 17: Evacuación de los PdC por chimenea común de obra de fábrica, la toma de aire se realiza en un caso a través de otro conducto común de obra de fábrica y en otro directamente desde el exterior.
(De la misma publicación que la figura 14)

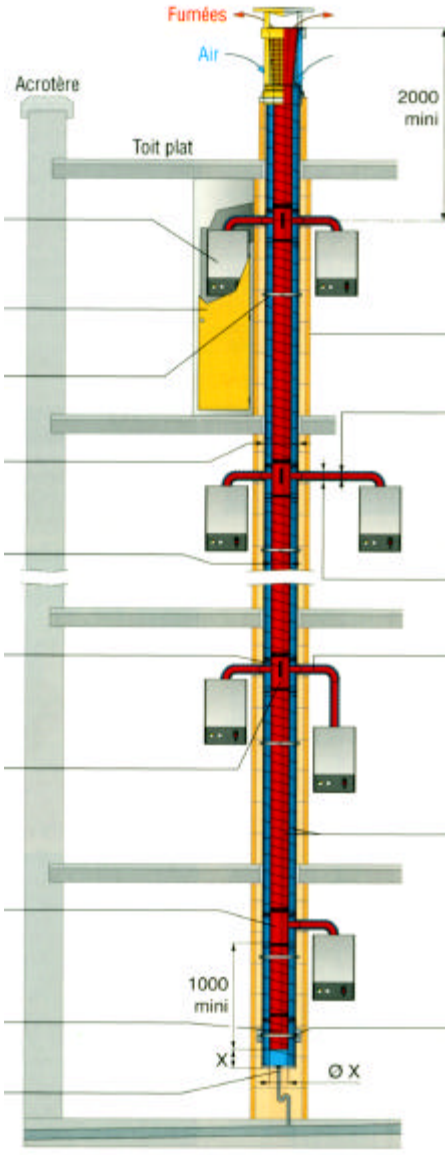


Figura 15: Conjunto de toma de aire y evacuación de los PdC concentricos, material metálico, ejecución modular.
El diseño permite embocar calderas enfrentadas en cada planta.
(De la publicación "Le grand livre du conduit de cheminée" de PUJOLAT)

8.- CONSIDERACIONES PARA PROYECTOS

En fase de proyecto es posible tomar decisiones que conlleven un buen funcionamiento de la instalación; por contra, también se pueden cometer errores de muy difícil resolución posterior.

Debe tenerse especial cuidado en:

* **Ubicación** de los aparatos consumidores de gas.
* **Diseño** de las chimeneas.
* **Ventilación** de los locales con aparatos consumidores de gas, teniendo en cuenta la climatología del lugar.

Estos tres aspectos **deben quedar totalmente definidos en el proyecto**, antes de iniciarse la obra; en muchas ocasiones se deciden cuando la obra ya está avanzada, llegándose a provocar trazados inadecuados, mayores costos de instalación y problemas de tiro, con el consiguiente deterioro de la calidad del aire interior de las viviendas y riesgo para sus ocupantes.

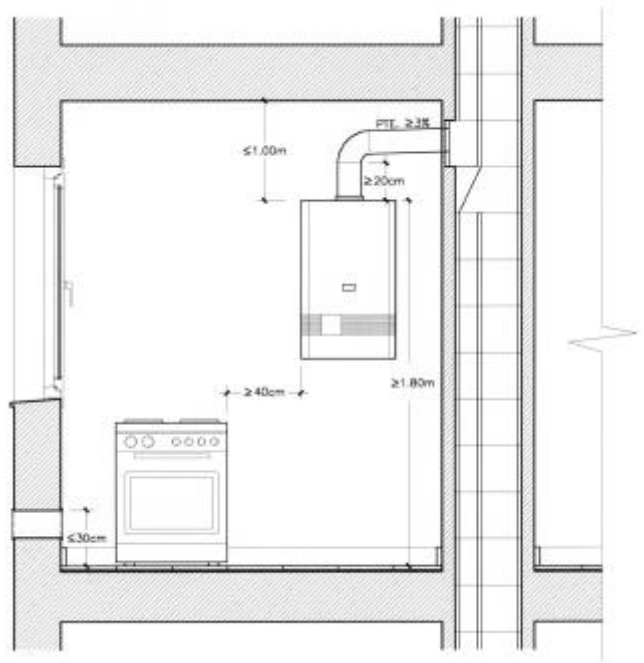


Figura 18: Distancias a considerar para la ubicación de las calderas a gas.

Foto 8: Conexión de caldera, en el centro se tiene la descarga de la válvula de seguridad, a la derecha se ven las conexiones eléctricas y junto a ellas la llave de gas.

Los aparatos consumidores de gas, normalmente, se agrupan en las cocinas; los más habituales son: caldera mixta y cocina.

La caldera debe situarse lo más próximo posible a la chimenea, para evitar largos recorridos del conducto de evacuación de humos, siendo preferible su situación cerca de la fachada; es muy aconsejable ubicarlas en terrazas o tendederos convenientemente protegidas contra la acción del viento.

Entre las calderas y las cocinas debe quedar una distancia mínima, en planta, de 40 cm.

El punto de colocación de la caldera debe estar precisado de modo que se respeten los 20cm verticales por encima del cortatiros y que se pueda mantener la pendiente adecuada del conducto de humos; este punto debe ser totalmente definido en el replanteo inicial de obra.

Las chimeneas deben quedar especificadas en su totalidad, tanto en tipo de materiales como en secciones, debiéndose situar en un lugar que permita su trazado vertical hasta la cubierta; **si las chimeneas son de obra esta verticalidad debe ser respetada de manera rigurosa**, las chimeneas individuales de materiales metálicos permiten realizar algunas desviaciones.

Las rejillas para entrada del aire de combustión deben situarse a ras de suelo, o como mucho con su arista superior a 30 cm del mismo, debiendo quedar separadas de las conducciones de gas. Se procurará que no queden en una fachada muy azotada por el viento, ya que en estos casos, los usuarios con mucha frecuencia recurren a taparlas para evitar las sensaciones molestas que provocan; cuando las cocinas tengan esta orientación, se puede recurrir a instalarlas en un retranqueo o en el punto donde se vaya a situar el radiador, ya que este último atenúa el efecto desagradable de la entrada de aire frío.

8.1.- INFLUENCIA DE LAS CAMPANAS EXTRACTORAS

Cada vez está más extendida la utilización de campanas extractoras en las cocinas que provocan un fuerte movimiento del aire, esto tiene como consecuencia que, al disponerse de una entrada de aire insuficiente para este caudal, la campana provoca el retorno de humos a través del cortatiros de la caldera.

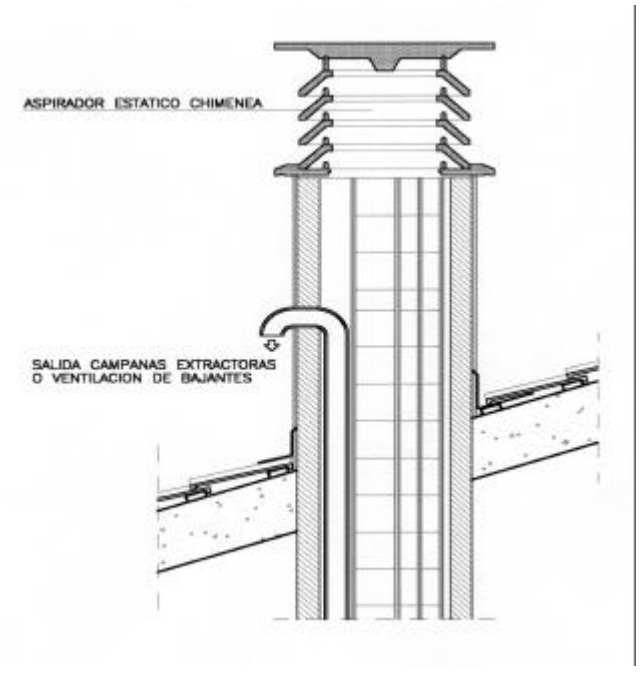


Figura 19: Remate en cubierta para salida conjunta de chimeneas y campanas extractoras.

También resulta muy habitual que las conducciones de las campanas y las chimeneas se lleven hasta la cubierta por el mismo hueco y finalicen en un remate común, esta situación agrava el problema, ya que las campanas extractoras por un lado crean depresión en los locales y por otro generan una sobrepresión en la salida común por cubierta.

La solución a este problema está por un lado en separar las salidas en cubierta y por otro en ubicar las calderas en zonas distintas (galerías, armarios independientes, etc.), o bien en zonas alejadas de las cocinas y procurando realizar una ventilación directa hasta la caldera.

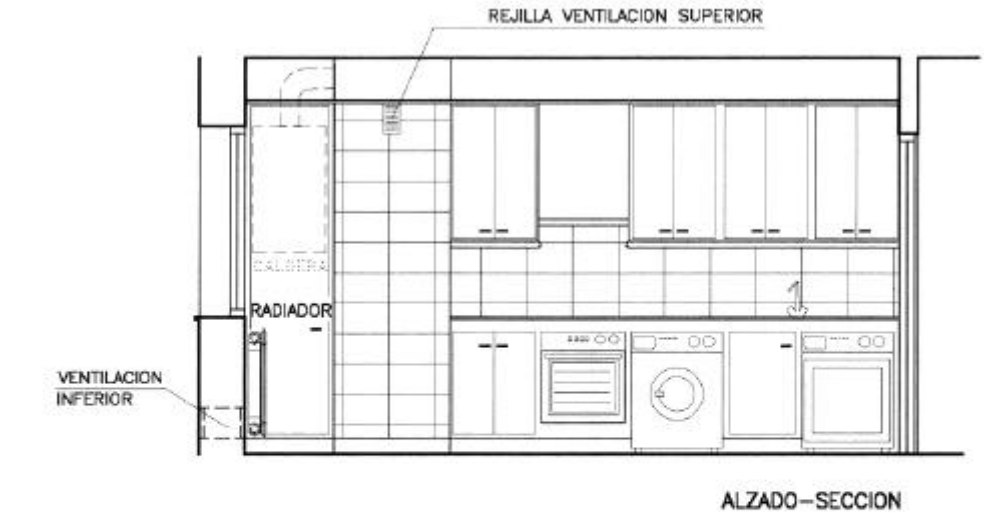
Aumentar la sección de ventilación de los locales palia en cierta medida el problema, pero como contrapartida puede crear situaciones de disconfort que lleven al usuario a tapar las entradas de aire.

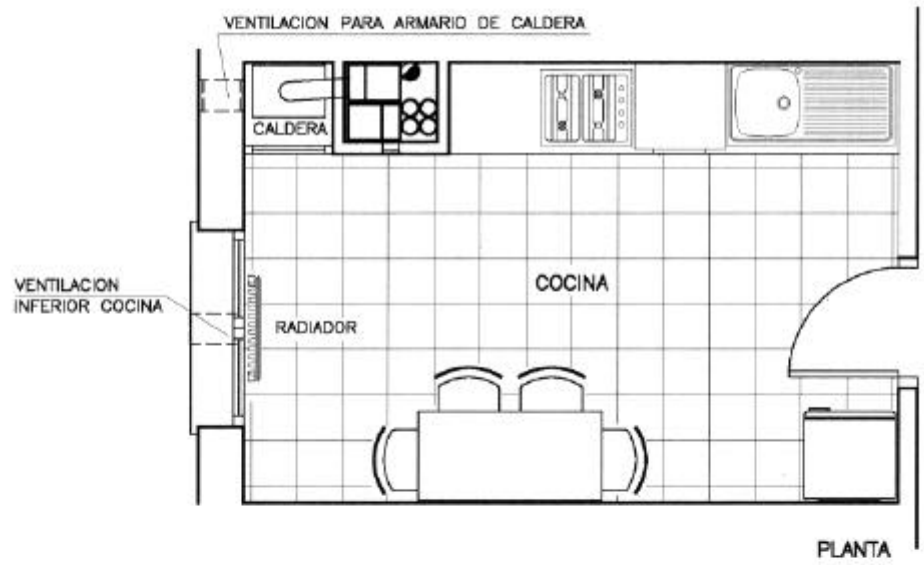
Por último la solución de colocar un selector para el funcionamiento alternativo de la caldera o la campana no debiera contemplarse más que para casos extremos, ya que crea problemas de falta de servicio correcto.

En las siguientes figuras se adjuntan varios ejemplos de distribuciones de cocinas tipo, en las cuales se dan algunas soluciones para la distribución de los aparatos consumidores de gas, evitando la interferencia entre las campanas extractoras y las calderas atmosféricas de tiro natural; la idea básica corresponde a realizar un armario para separar la caldera del local cocina, y dotar al armario de una ventilación directa y exclusiva para el mismo; en el caso de disponer de tendederos este es un lugar apropiado para ubicar las calderas, en estos casos las calderas deberán tener dispositivos antiheladas, para evitar problemas en tuberías en periodos de parada prolongada y época invernal.

En proyecto no resulta difícil adoptar soluciones correctas, pero que deben quedar completamente definidas en esta fase.

Figura 20: Cocina con tendedero; caldera en tendedero y conjunto de ventilación junto a la fachada exterior; esta solución evita las interferencias entre el extractor y la caldera; además al estar situada la caldera en el exterior los problemas causados por revocos de humos no existen.





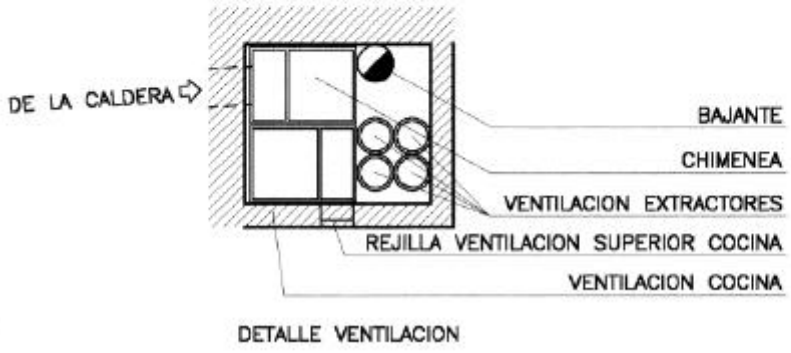


Figura 21: Conjunto de ventilación próximo a la fachada exterior; se crea un armario para la caldera, de modo que se da una ventilación directa al mismo, quedando la caldera físicamente separada de la cocina. Esta solución evita las interferencias entre el extractor y la caldera; además al estar la caldera separada de la cocina los problemas causados por revocos de humos no existen.

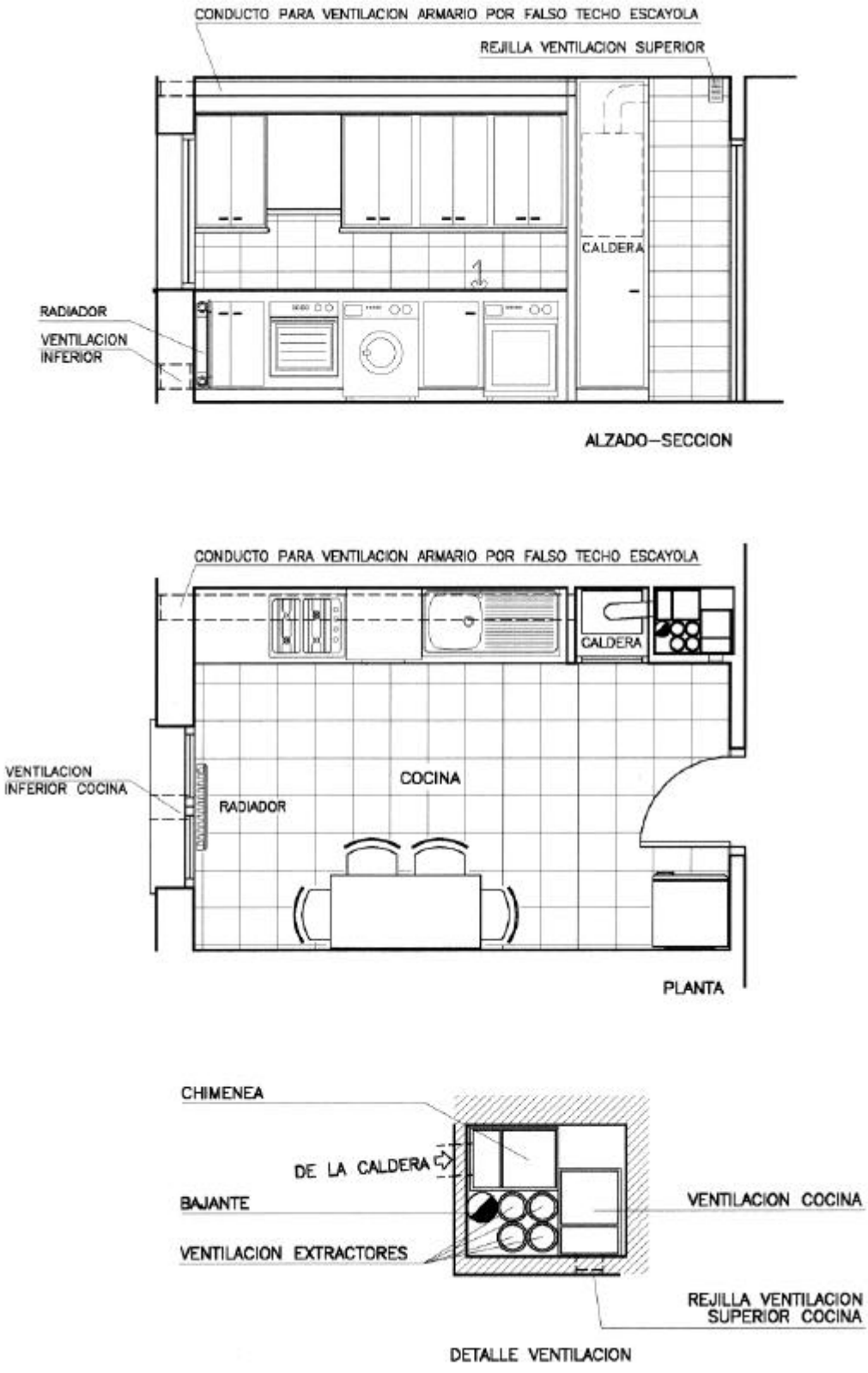


Figura 22: Conjunto de ventilación alejado de la fachada exterior; se crea un armario para la caldera, se dota al mismo con una ventilación directa por encima de los muebles de cocina, quedando la caldera físicamente separada de la cocina. Esta solución evita las interferencias entre el extractor y la caldera; además al estar la caldera separada de la cocina los problemas causados por revocos de humos no existen.

9.- CONTROL DE OBRA

El control de obra depende del tipo de solución adoptada, debiéndose adecuar a la misma, será más exigente para chimeneas de obra que para chimeneas metálicas, ya que las primeras son mas sensibles a una incorrecta ejecución,.

9.1.- REPLANTEO INICIAL

En el replanteo inicial de la obra es preciso comprobar **planta por planta** los lugares de paso previstos para las chimeneas hasta la cubierta del edificio, observando que no existen obstáculos para su trazado y que en la cubierta se van a respetar las alturas mínimas requeridas.

Para chimeneas de obra se debe confirmar que éstas puedan mantener la **verticalidad** en todo su recorrido, ya que en caso contrario deberán instalarse chimeneas metálicas.

Definir los puntos donde se vayan a instalar los registros de limpieza, de modo que puedan ser accesibles en el futuro del edificio.

Cuando se realicen chimeneas colectivas de obra tendrá en cuenta si los conductos de humos de las calderas van a embocar por el frente o el lateral de las chimeneas, con el fin de colocar las piezas de conexión adecuadas a cada caso.

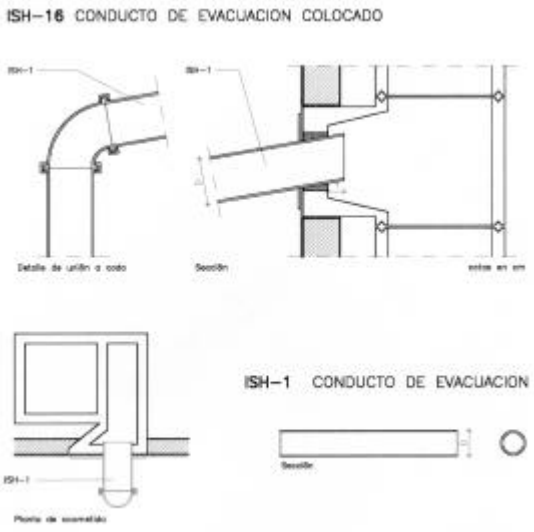


Figura 23: Piezas para embocadura lateral según norma NTE-ISH

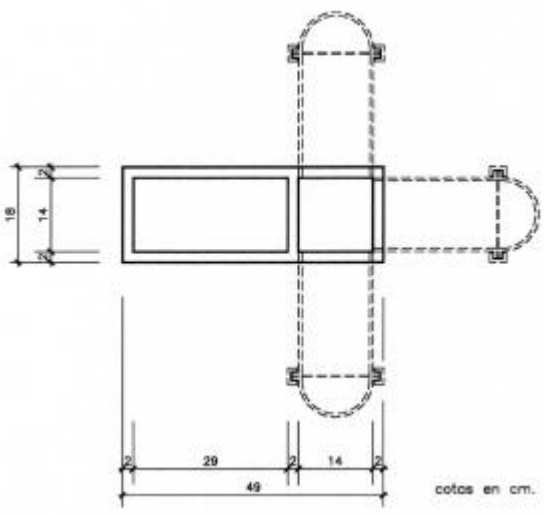


Figura 24: Piezas de diseño especial que permiten embocar por cualquier lado.

9.2.- COMPROBACIONES DESPUES DE TABICAR

Se fijará con exactitud el lugar de instalación de las calderas, **una por una**, de manera que se puedan respetar los condicionantes de los conductos de evacuación de humos y las distancias a las cocinas; en ocasiones con la obra prácticamente terminada se observa que la presencia de vigas u otros obstáculos impiden el correcto diseño de los conductos de humos.

En esta fase es conveniente **disponer de las plantillas de conexión de las calderas** (foto 8), de modo que queden totalmente definidos los puntos de conexión de las tuberías de agua caliente y fría, de calefacción y de gas, así como las conexiones eléctricas y del termostato ambiente y el escape de la válvula de seguridad; evitándose de este modo los problemas generados por la falta de coordinación entre los diversos gremios.

Fijar los puntos de instalación de las rejillas de ventilación y los lugares por donde van a discurrir las tuberías de gas, cuidando que queden suficientemente alejadas unas de otras. Al definir su emplazamiento se tendrán en cuenta las condiciones meteorológicas de la zona, de modo que generen las menores molestias posibles, ya que en ocasiones los usuarios llegan a anularlas debido a las incomodidades que provocan.

9.3.- SEGUIMIENTO DE OBRA

9.3.1.- CHIMENEAS COLECTIVAS SEGUN NTE-ISH

Este tipo de chimeneas se construyen, generalmente, antes de tabicar.

Foto 9: Edificio de 5 alturas.
Material adecuado (ISH) con piezas machihembradas que garantizan la estanqueidad y evitan los restos de masa.
Falta otro conducto individual para la última planta y además el conducto no alcanza la base del aspirador estático.

El primer control se debe realizar al recibir los materiales en obra, verificando que los mismos son de las características y dimensiones especificadas; en un gran número de ocasiones se está empleando material de ventilación (ISV) que no tiene características adecuadas, además de ser muy sensible a la rotura y facilitar desviaciones inadmisibles respecto a la vertical.

Aunque el material ISH es robusto se deben adoptar ciertas precauciones en la descarga y almacenamiento para evitar que las piezas se fisuren en esta fase.

Es imprescindible controlar, con especial cuidado, que las chimeneas se realicen garantizando la **estanqueidad** en las uniones de las diferentes piezas, para ello es conveniente comprobar aleatoriamente que los operarios utilizan la cantidad de masa adecuada y además que antes de poner la siguiente pieza **limpian correctamente los restos de masa** en el interior de la chimenea.

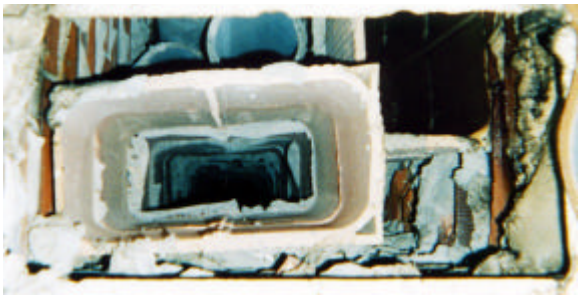


Foto 10: Chimenea para 4 alturas.
Material Inadecuado (ISV), sección incorrecta y con restos de masa en las uniones.

Foto 11: Chimenea de la foto 2 en su paso por la planta bajo cubierta.
Unicamente dispone de dos conductos para las 4 viviendas; en el paso por bajo cubierta el correspondiente a la última planta se une al conducto general sin el preceptivo conducto auxiliar de altura equivalente a una planta.

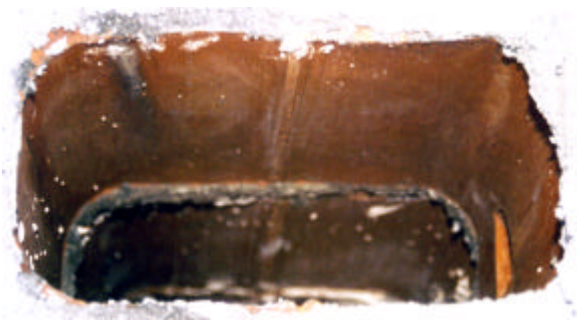


Foto 12: Edificio de 5 plantas.
Material inadecuado (ISV) y con dimensiones insuficientes; a la derecha se observa la ventilación de la bajante de cocinas.

En la cubierta se debe comprobar que las chimeneas alcanzan altura suficiente, muy a menudo se terminan nada mas superar el último forjado y no llegan hasta los aspiradores estáticos.

Foto 13: Edificio de 4 plantas.
El conjunto de ventilación ha quedado muy bajo respecto a la cubierta del edificio.

Foto 14: Edificio de la foto 13.
Se comprueba la salida conjunta de las ventilaciones de cocinas, extractoras y bajantes. La chimenea no alcanza la base del aspirador estático, en la misma se observan abundantes restos de masa.

Cuando su trazado sea paralelo a otros conductos (ventilación, campanas extractoras, etc.) se debe tener especial cuidado en que el remate sea independiente (Foto 4).

Las chimeneas deben realizarse de manera continua, no cortándose en cada paso de forjado, lo que suele provocar obstrucciones e infiltraciones de aire en el funcionamiento de las instalaciones.

Foto 15: Edificio de 3 plantas.
Material inadecuado, sección incorrecta y ejecución muy defectuosa; se puede comprobar como las piezas han sido giradas, perdiendo estanqueidad y sección de paso.

Foto 16: Edificio de 3 plantas.
Material adecuado (ISH), ejecución muy defectuosa con abundantes restos de masa, la sección ha sido obstruida, casi en su totalidad, en el paso por el forjado.

Antes de realizar los cerramientos que vayan a ocultar las chimeneas, se debe comprobar **una por una**, que éstas no se han obstruido interiormente; una forma de hacerlo es dejando bajar por dentro de las chimeneas, desde la cubierta, un cajón de dimensiones ligeramente inferiores a las interiores de las mismas, observando que alcanza sin dificultad el punto más bajo de las chimeneas.

Fotos 34 y 35: Conducto de evacuación de humos de material inapropiado (flexible de aluminio) y aplastado al realizar el falso techo.

Foto 36: Conducto de evacuación de humos de material inapropiado (flexible de aluminio) con trazado excesivamente sinuoso y perforado al realizar el falso techo.

Foto 37: Conducto de evacuación de humos de material inapropiado (flexible de aluminio) conectado a conducto de PVC.

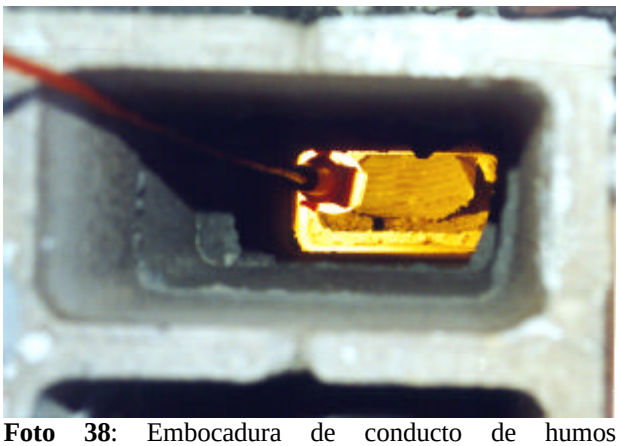


Foto 38: Embocadura de conducto de humos correspondiente a la última planta, correctamente realizada; si bien el material del conducto es inapropiado.

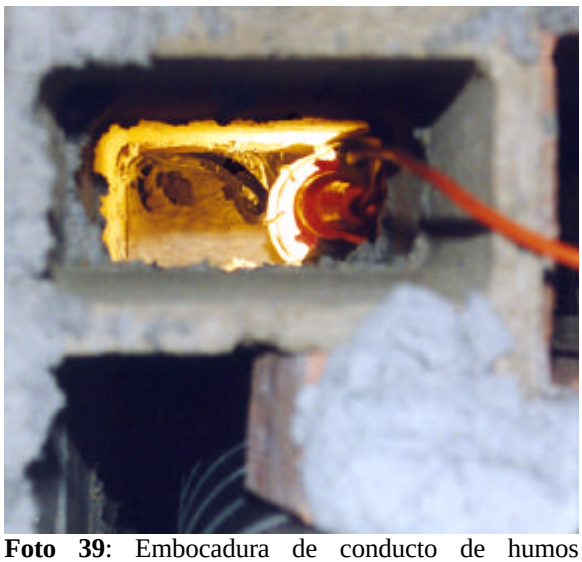


Foto 39: Embocadura de conducto de humos correspondiente a la última planta, el material del conducto es inapropiado y además ha sido aplastado en obra.

Foto 40: Embocadura a chimenea de obra obstruida por resto de masa.

9.6.- RECEPCION FINAL

Antes de proceder a la puesta en marcha se deben limpiar los cortatiros de las calderas, es muy habitual que en los mismos se acumulen restos de escayola y otros materiales de la construcción; es conveniente que una vez colocadas las calderas las mismas se protejan para paliar este problema.

Para iniciar las pruebas es preciso que las instalaciones dispongan de suministros de gas, agua y electricidad, lo que se debe coordinar con los gremios y compañías suministradoras correspondientes.

Todas las calderas instaladas **deben tener** un **tiro correcto**; el control correspondiente se efectúa en el cortatiros, en él se debe observar que la temperatura no es elevada y que no se producen empañamientos, la forma más sencilla de verificarlo es acercando un espejo al cortatiros, si bien la forma correcta de realizar esta prueba es utilizando los equipos de análisis de combustión apropiados.

La prueba se realizará con las calderas trabajando a plena potencia (habitualmente en el servicio de agua caliente) y unos minutos después de haber arrancado, ya que en los primeros momentos, las chimeneas pueden estar frías provocándose algún revoco de humos que desaparece rápidamente; también debe observarse que estén funcionando, al mismo tiempo, las calderas que desemboquen en la misma chimenea, ya que pueden interferir unas con otras.

Estas comprobaciones se efectuarán con **todas las puertas y ventanas cerradas**.

Si en alguna caldera se dan **problemas de tiro**, **no debe permitirse su funcionamiento** hasta que hayan sido solucionados, **jamas** deberá actuarse sobre el dispositivo antidesbordamiento de humos.

Por último, también debe realizarse un **análisis de combustión de todas las calderas**, observando la bondad de todos los parámetros, asimismo se debe comprobar que los elementos de seguridad actúan adecuadamente, estas operaciones serán realizadas por un instalador autorizado o por el SAT de las calderas.

10.- CONCLUSIONES

Del análisis de los apartados anteriores se puede deducir que, en obra nueva, cumpliendo las reglamentaciones vigentes, aún reconociendo la ambigüedad de las mismas, se pueden lograr funcionamientos correctos; a pesar de ello en un gran número de edificaciones los sistemas de evacuación de los PdC no funcionan como sería deseable, esta situación es debida principalmente a la **indefinición de responsabilidades** de los diversos sectores que intervienen en el proceso constructivo, una instalación de este tipo es certificada en primer lugar por el Director de Obra del edificio, pero también exige la participación de los proyectistas e instaladores de Gas y Calefacción, que al finalizar la obra deben emitir los correspondientes certificados.

Cuando las chimeneas son de obra (el mayor porcentaje de edificios) es práctica habitual realizarlas antes de la entrada en obra del instalador de calefacción, por lo que el mismo y a pesar de las responsabilidades que deba asumir, no interviene ni en su diseño ni en su construcción; manifestándose los problemas en la puesta en marcha, lo que se ha puesto de relieve a partir de la obligatoriedad del dispositivo antirrevoco; el mayor problema detectado en este tipo de chimeneas ha sido que las mismas no se adecuaban a las características indicadas, motivado fundamentalmente por el incumplimiento de la ISH, basándose en la errónea interpretación de la no obligatoriedad de la misma, o en su desconocimiento unido a puestas en obra muy descuidadas.

La gravedad de la situación unida al desarrollo de las calderas estancas ha hecho, que por algunos sectores, se proponga la solución fácil de permitir en nueva edificación la evacuación por fachada con calderas estancas, sin analizar adecuadamente los problemas que se pueden generar en las viviendas vecinas.

La **solución óptima de calderas estancas con evacuación por cubierta**, bien con chimeneas metálicas individuales, bien con chimeneas colectivas de diseño especifico, únicamente tiene el inconveniente económico; otras soluciones de buena calidad y que requieren menor inversión son las calderas de tiro forzado; de cualquier manera las chimeneas metálicas, individuales o colectivas de diseño especifico, son soluciones apropiadas y menos sensibles a ejecuciones incorrectas que las chimeneas de obra, proporcionando buenos resultados con cualquier tipo de calderas. Preconizamos y recomendamos el uso de estas soluciones.

Como en otro tipo de instalaciones (en fontanería, cada vez es más habitual la instalación de bañeras de hidromasaje, en ascensores, en electricidad, en telecomunicaciones, etc) en los sistemas de evacuación de humos debieran **primar los criterios técnicos y de seguridad sobre los meramente económicos** y mas cuando la incidencia por vivienda no es muy alta; el mercado ofrece todo tipo de elementos (calderas, chimeneas, etc) de calidad suficiente para lograr buenas instalaciones, por lo que se requiere la concienciación de los profesionales para hacer buen uso de ellos.

Finalmente se agrupan los aspectos mas destacables a considerar en el diseño y control de obra de las instalaciones.

* DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE EVACUACION DE LOS PdC

Los criterios que deben seguirse a la hora de diseñar las edificaciones son:

- **Ubicar adecuadamente las calderas** de modo que se obtengan trazados de conductos de humos cortos y sin codos; por otro lado, para evitar las interferencias de funcionamiento con las campanas extractoras, se aconseja situarlas en locales diferentes a las cocinas o en su defecto dotarlas de una entrada de aire en las proximidades.

- **Diseño correcto de las chimeneas**, dando prioridad a la solución de chimeneas individuales, si bien consideramos suficiente el cumplimiento de la ISH. Para ello se deben tener en cuenta los detalles reflejados en los apartados 7 y 8.

- **Dotar a las cocinas con conductos para campanas extractoras y conductos de ventilación, independientes de las chimeneas**. Los conductos de ventilación si pueden construirse de acuerdo a la ISV.

- Realizar en cubierta **remates independientes** para estos conductos, procurando que los de **chimeneas** alcancen **altura suficiente**.

- Seleccionar **calderas con acumulación** de ACS y menor potencia térmica.

- Prestar atención a las innovaciones interesantes que en los aspectos de utilización racional de la energía y minimización del impacto ambiental se incorporen en el mercado.

*** CONTROL DE OBRA**

Los sistemas de evacuación de los PdC son críticos para la seguridad de los usuarios, por lo que se debe ser escrupuloso en el control de obra de los mismos.

En primer lugar, antes de iniciar la obra, se debe **exigir** que estos sistemas estén **totalmente definidos**, lo que requiere la concienciación de todos los técnicos que intervienen en el proceso constructivo, ya que en obra es muy difícil solucionar los problemas que no hayan sido analizados adecuadamente a tiempo.

Se rechazarán los materiales considerados inadecuados.

Se cuidara detenidamente la realización de los conductos de humos y su **embocadura**.

Las chimeneas de obra deben ser **verticales en su totalidad** y el control de su ejecución debe ser muy cuidadoso, ya que son muy sensibles a ejecuciones incorrectas.

Cuando se empleen chimeneas colectivas se debe prever la salida independiente de las dos últimas plantas. Nuestra experiencia nos permite afirmar que, evitando los defectos de ejecución, en instalaciones con chimeneas colectivas de obra se puede lograr un funcionamiento correcto, incluso con la actuación simultanea de las campanas extractoras de cocinas próximas, sin necesidad de enclavamiento alguno.

Las chimeneas metálicas y modulares deben ser realizadas por personal especializado y en las mismas se debe cuidar la estanqueidad de las uniones; permiten desviaciones de la verticalidad. Aunque son soluciones mas caras cada vez deberán utilizarse con mayor asiduidad, ya que son las que garantizan mejores resultados.

Bilbao enero de 2.000

BIBLIOGRAFIA

* Evacuación de gases quemados y ventilación de los locales.
  CATALANA DE GAS Y ELECTRICIDAD S.A. 1.967

* Le grand livre du conduit de cheminée.
  PUJOLAT.

* Evacuación de los gases producto de la combustión en las instalaciones individuales de gas.
  J.V. Martín Zorraquino; R. García San José.
  MONTAJES E INSTALACIONES. Noviembre 1.993.

* Guía práctica para la instalación de calderas y calentadores domésticos.
  E. Merino García.
  VAILLANT S.L. 1.996.

* Salida de productos de la combustión.
  DIPRO Publicaciones Técnicas.

* Manual Técnico de la Chimenea Modular Aislada.
  I. García Tajada.
  NEGARRA Noviembre 1.997.

* Comentarios al RITE
  MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA. (Colaboración de ATECYR) 1.998.

* Instalación de calderas a gas. Recomendaciones y extracto de normativa.
  SAUNIER DUVAL.

* Aparatos a gas y la ventilación de los locales.
  JUNKERS.

* Accesorios de evacuación para calderas estancas y de tiro forzado.
  FAGOR.

* La guía: Conductos de humos, conductos de ventilación, distribución de aire caliente, accesorios.
  WESTAFLEX

* Catálogos comerciales:
  CHIMETAL.
  HELICONORTE.
  DINAK.
  NEGARRA.
  SELKIRK.
  WESTAFLEX.
  ZAVENT.