

MF1162\_3: Representación gráfica  
en instalaciones térmicas

Elaborado por: J. Carlos Sendín de las Heras

Edición: 5.0

**EDITORIAL ELEARNING S.L.**

ISBN: 978-84-16492-40-4

No está permitida la reproducción total o parcial de esta obra bajo cualquiera de sus formas gráficas o audiovisuales sin la autorización previa y por escrito de los titulares del depósito legal.

Impreso en España - Printed in Spain

# Presentación

## Identificación del Módulo Formativo

Bienvenido al Módulo Formativo **MF1162\_3: Representación gráfica en instalaciones térmicas**. Este módulo formativo pertenece a los certificados de profesionalidad **IMAR0109: Desarrollo de proyectos de instalaciones de climatización y ventilación-extracción** y **IMAR0209: Desarrollo de proyectos de instalaciones frigoríficas**, que pertenecen a la familia de **Instalación y Mantenimiento**.

## Presentación de los contenidos

La finalidad de este Módulo Formativo es enseñar al alumno a desarrollar planos de instalaciones térmicas.

Para ello, en primer lugar se analizarán las características del dibujo técnico en obra civil, las normas de representación gráfica y la interpretación de planos, esquemas y documentación técnica de las instalaciones térmicas. También se estudiará la elaboración de planos de conjunto y esquemas y el diseño asistido por ordenador en instalaciones térmicas.

## Objetivos del Módulo Formativo

- Interpretar y deducir la información técnica que caracteriza las instalaciones térmicas, a partir de su documentación técnica.
- Dibujar los planos de implantación de máquinas, equipos y redes, así como los planos de conjunto y de detalle para instalaciones térmicas, empleando un programa de diseño asistido por ordenador.
- Representar en el soporte informático requerido los diagramas de principio de instalaciones térmicas y esquemas de los circuitos de los sistemas de fuerza, automatización y control de las mismas.

# Índice

## UD1. Características del dibujo técnico en obra civil ..... 9

- 1.1. Fundamentos de la representación gráfica: soportes físicos para el dibujo y formatos, rotulación normalizada, vistas normalizadas, escalas de uso en el dibujo industrial, acotación normalizada, sistemas de representación y tolerancias ..... 11
- 1.2. Alzados, plantas, perfiles y secciones de edificaciones ..... 34
  - 1.2.1. Representaciones normalizadas y convencionales ... 37
  - 1.2.2. Escalas de representación ..... 39
- 1.3. Interpretación y realización de planos generales y de detalle .. 49
- 1.4. Interpretación de planos de conjunto y de detalle de estructuras metálicas y hormigón armado ..... 63
- 1.5. Realización de planos de redes para instalaciones ..... 72
- 1.6. Interpretación de planos topográficos y de urbanismo ..... 79
- 1.7. Interpretación de la documentación técnica de proyectos de obra civil y de urbanización (planos, memoria, proyecto, especificaciones técnicas y mediciones) ..... 89

UD2. Normas de representación gráfica aplicada a instalaciones térmicas ..... 105

2.1.	Sistemas de representación diédrico .....	107
2.2.	Perspectiva isométrica para trazado de tuberías .....	117
2.3.	Normalización de perfiles, tubos, pletinas, flejes. Uniones fijas y desmontables .....	121
2.4.	Representación de materiales. Signos superficiales.....	141
2.4.1.	Rugosidad.....	143
2.4.2.	Signos de mecanizado.....	148
2.4.3.	Tratamientos .....	151
2.4.4.	Otras indicaciones técnicas.....	155
2.5.	Simbología de los circuitos hidráulicos que componen las instalaciones térmicas .....	161
2.6.	Simbología de los equipos, elementos y accesorios que componen las instalaciones térmicas.....	164
2.7.	Simbología de los elementos y accesorios de las instalaciones de alimentación eléctrica auxiliar de las instalaciones térmicas..	167
2.8.	Simbología de los elementos y accesorios que componen las instalaciones de automatización y control de las instalaciones térmicas .....	168
2.9.	Simbología de los sistemas de protección contra incendios	172
2.10.	Simbología de riesgos laborales y medioambientales en instalaciones térmicas .....	175

UD3. Interpretación de planos, esquemas y documentación técnica de las instalaciones térmicas..... 195

3.1.	Interpretación de la documentación describiendo las funciones de la instalación .....	197
3.2.	Identificar los distintos sistemas que constituyen la instalación..	214

3.3.	Elementos que forman cada sistema dentro de la instalación. Función y la relación entre cada uno de ellos .....	221
3.4.	Instalaciones y equipos de las instalaciones eléctricas y de automatización y control auxiliares. Función y la relación entre cada uno de ellos.....	245
UD4.Elaboración de planos de conjunto y esquemas de principio de las instalaciones térmicas.....		281
4.1.	Diagramas de flujo y de principio de funcionamiento .....	283
4.2.	Esquemas eléctricos, de automatización y de regulación.....	296
4.3.	Planos de implantación de máquinas, equipos y redes.....	323
4.4.	Planos de conjunto de instalaciones térmicas .....	339
4.4.1.	Simbología normalizada y convenciones de re- presentación.....	345
4.4.2.	Detalles constructivos de instalaciones térmicas ....	359
4.4.3.	Elaboración de planos de detalle para el montaje de los equipos y las instalaciones.....	370
UD5. Diseño asistido por ordenador en instalaciones térmicas..		385
5.1.	Equipos para CAD .....	387
5.2.	Introducción al programa CAD para instalaciones térmicas ..	390
5.2.1.	Órdenes de ayuda.....	396
5.2.2.	Órdenes de dibujo .....	401
5.2.3.	Órdenes de edición .....	407
5.2.4.	Controles de pantalla .....	410
5.2.5.	Capa.....	416
5.2.6.	Bloque .....	420
5.2.7.	Acotación.....	424
5.2.8.	Sombreado y rayado .....	429
5.2.9.	Dibujo en 3D. Vistas isométricas.....	432
5.2.10.	Archivos de intercambio y aplicación. Bibliotecas ...	434

5.3.	Procedimientos del programa CAD para instalaciones térmicas.	439
5.3.1.	Dibujo de definición de las instalaciones .....	439
5.3.2.	Estrategia y uso de las diferentes herramientas de trabajo .....	442
5.3.3.	Planteamiento básico de un proyecto .....	446
5.3.4.	Digitalización de planos .....	450
5.3.5.	Planteamiento del trabajo en 3D .....	454
Glosario .....		467
Soluciones .....		469
Anexo .....		471



# UD1

Características del dibujo  
técnico en obra civil

- 1.1. Fundamentos de la representación gráfica: soportes físicos para el dibujo y formatos, rotulación normalizada, vistas normalizadas, escalas de uso en el dibujo industrial, acotación normalizada, sistemas de representación y tolerancias
- 1.2. Alzados, plantas, perfiles y secciones de edificaciones
  - 1.2.1. Representaciones normalizadas y convencionales
  - 1.2.2. Escalas de representación
- 1.3. Interpretación y realización de planos generales y de detalle
- 1.4. Interpretación de planos de conjunto y de detalle de estructuras metálicas y hormigón armado
- 1.5. Realización de planos de redes para instalaciones
- 1.6. Interpretación de planos topográficos y de urbanismo
- 1.7. Interpretación de la documentación técnica de proyectos de obra civil y de urbanización (planos, memoria, proyecto, especificaciones técnicas y mediciones)

## 1.1. Fundamentos de la representación gráfica: soportes físicos para el dibujo y formatos, rotulación normalizada, vistas normalizadas, escalas de uso en el dibujo industrial, acotación normalizada, sistemas de representación y tolerancias

El hombre, desde los primeros tiempos de su existencia, ha usado el dibujo como medio para transmitir y comunicar sus ideas, desde los primeros hombres que usaron la roca como soporte y el barro como instrumento para plasmar esas ideas hasta la actualidad en la que se han ido creando y utilizando gran variedad de soportes (papel, lienzo, cartón, plásticos, acetatos.....) e instrumentos (tinta, rotulador, tiza, acuarela....), dicha variedad ha permitido que la expresión de ideas busque, utilizando según que soportes e instrumentos, plasmar ideas e incluso sensaciones en función de las técnicas y tipos de dibujo que se realicen, en este sentido, el dibujo artístico, representa la realidad queriendo transmitir al que lo ve no solo los objetos que representa sino también reflejar algún tipo de sentimiento.

Sin embargo el dibujo técnico tiene como finalidad la representación real de los objetos de la manera más exacta posible y carente de cualquier tipo de emoción.

El dibujo técnico por lo tanto trata de reflejar la realidad tal como es o indicar como debe de ser, y no solo eso, sino que tiene que ser entendible por todo aquel que la observe, por lo que tiene que seguir unas normas conocidas en cualquier lugar del mundo.



En toda obra civil, construcción o diseño industrial a la **representación gráfica de un objeto** o parte del mismo se le denomina, plano.

---

Cualquier representación gráfica que realicemos, estará dibujada sobre una superficie plana. En general, los soportes más comunes son el papel, el papel vegetal y el acetato. Se pueden clasificar en papeles transparentes y opacos.

Opaco	Papel normal
Transparente	Vegetal
	Acetato

Papel para dibujo técnico, se puede conseguir en varias calidades, gruesos, tramas y colores, y en láminas, blocs y rollos de diferentes formatos.

En el dibujo técnico la superficie del papel a emplear tiene que cumplir dos condiciones: ser mate y ofrecer un contraste grande con el trazado. El papel opaco puede ser blanco y satinado por una cara y de gran resistencia. Su gramado suele estar entre los 150 y 200 g/m<sup>2</sup>.



El papel de escribir tiene un **gramado** entre 50 y 80, la cartulina de unos 200 g/ m<sup>2</sup> y el cartón de 500 g/m<sup>2</sup>

---

Papel vegetal, es de superficie muy fina y translúcida, permite dibujar, calcar e incluso sacar copias, también se presenta en láminas, blocs y rollos.

Acetatos tienen una o ambas caras tratadas con abrasivos químicos, se presentan igual que los papeles anteriores existiendo algunos especiales que pueden usarse en fotocopiadoras e impresoras.

El papel transparente permite el paso de la luz por lo que se pueden obtener copias con facilidad.

En la actualidad la gran mayoría de planos se realizan a través del ordenador, por lo que el dibujo se realiza en la computadora siendo el resultado final, impreso o ploteado, en general las impresoras y plotter trabajan con papeles de 80 g de gramaje, siendo los formatos A4 y A3, los más comunes, aunque existen impresores de formatos mayores, sin embargo cuando se requiere la impresión de planos en formatos superiores a los anteriores lo normal es usar el plotter, estos aparatos de impresión utilizan rollos de papel de varios anchos de entre los 609,6 a 914,4 milímetros y longitudes entre los 30,5 o 45,8 metros.

El brillo de un tono de blanco en el papel para plotter se expresa en una escala de 100 puntos. La mayoría de los tonos de blanco están entre 90 y 96. El brillo arriba de los 90 puntos se considera como papel premium y cada punto adicional hace que el precio del papel se eleve considerablemente. Mientras más alto sea el número, mayor será el contraste del plano. Además, un papel puede ser etiquetado como «blanco brillante», lo cual suele sugerir un brillo menor que aquellos papeles marcados con un valor numérico.



*Papel vegetal y acetato*

El gramaje del papel de plotter suele estar entre los 9 y los 15 kg.

Los plotter al igual que las impresoras pueden imprimir en blanco y negro o en color, los cartuchos que utilizan son 4 el negro y tres colores más que son cian, magenta y amarillo.

El papel se mide por su grosor que determina su peso en gramos correspondiente a una superficie de 1 m<sup>2</sup> y los tamaños comercializados internacionalmente están estandarizados según la norma DIN A en los siguientes formatos:

A0	841 x 1130 mm = 1 m <sup>2</sup>
A1	549 x 841 mm
A2	420 x 549 mm
A3	297 x 420 mm
A4	210 x 297 mm

Los formatos normalizados se han establecido en base a dos principios:

1. Los tamaños de los formatos están hechos formando una relación geométrica de razón 0.5. Esto quiere decir que cada formato se forma doblando el anterior por la mitad del lado mayor.
2. Todos se generan a partir de uno fundamental, con el sufijo "0" (cero).

La norma UNE-EN ISO 5457:2000, recoge todo lo referente a los formatos.



En España el organismo encargado de la normalización es **AENOR** que ha creado las normas UNE (Una Norma Española)

---

Según la normativa, el dibujo se debe de realizar en la hoja del formato menor en la que se consiga la suficiente claridad y resolución.

Para dibujos alargados, se pueden emplear formatos derivados de los A3 y A4, como por ejemplo, para el dibujo de esquemas o líneas de electrificación. En la norma se los denomina formatos alargados especiales estos formatos se consiguen alargando el lado corto de los formatos A.

La serie fundamental es la serie A, sin embargo, existen otras series, como la B y la C, la superficie básica de la serie B, es nombrada B0 y su superficie vale 1,414 m<sup>2</sup>, y la superficie de la serie C para su formato fundamental C0 es de 1.189 m<sup>2</sup>

	Lado a (mm)	Lado b (mm)
B0	1414	1000
C0	1297	917

Los planos, además de los objetos o piezas que representan tienen que llevar información que permita interpretar y describir lo que en él se encuentra en un lugar denominado cuadro de rotulación.



Sabías que

Alcuadro de rotulación también se le conoce como **caratula o cajetín**.

El cuadro de rotulación se situará dentro de la zona de ejecución del dibujo, la cual queda delimitada por el recuadro del plano. El plano del cuadro son unos márgenes normalizados que delimitan la zona de dibujo y que

se deben de dejar independientemente del formato elegido. Los formatos se encuadran manteniendo, por el borde derecho, superior e inferior los siguientes márgenes mínimos:

A0 y A1	20 mm
A2, A3 y A4	10 mm

En el borde izquierdo se deja un margen para encuadernación de 20 mm, la línea del margen se hace con línea continua de anchura no inferior a 0.5 mm.

En los márgenes pueden ponerse cuatro señales de centrado, situadas sobre los ejes de simetría, y estarán formados por trazos que parten de los bordes y sobrepasen al menos 5 mm los márgenes y estarán realizados con el mismo formato en cuanto a tipo de línea y espesor que los márgenes. También pueden llevar señales de orientación formadas por puntas de flecha situadas sobre el recuadro.

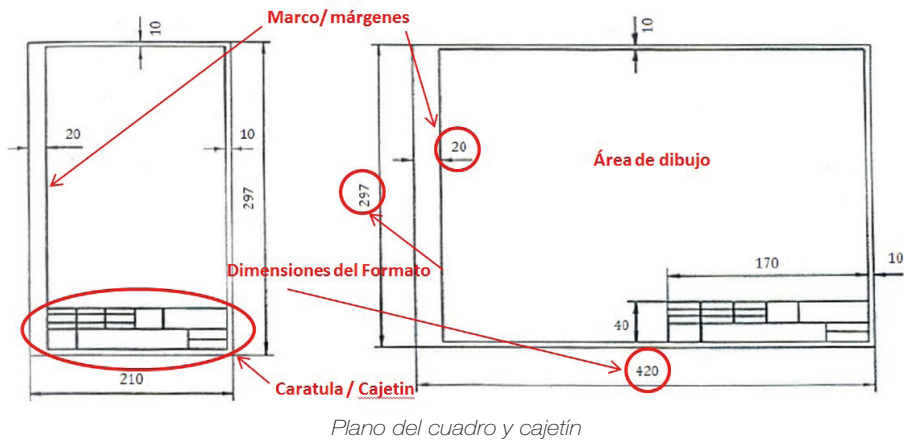
Es posible también y para facilitar la de elementos en el dibujo, representar un sistema cartesiano de coordenadas entre el borde y el recuadro, su denominación será alfanumérica con un número par de divisiones separadas entre 25 y 75mm.

También es posible disponer una graduación métrica de referencia, sin numerar, de una longitud mínima de 100 mm y dividida en cm, se debe de situar simétrica con respecta a una señal de centrado, su anchura mínima es de 5 mm y de trazo continuo.

Como ya se indicó, el cajetín se situará en la parte inferior derecha del plano, con lectura horizontal, permitiéndose en el caso de planos en formato A4 que ocupe la parte inferior completa del formato.

Por necesidades de espacio se puede situar el cajetín en la esquina superior derecha, en posición vertical.





Según la norma UNE 1035, el cajetín (o cuadro de rotulación) de cada plano debe aparecer la siguiente información:

- Título del proyecto.
- Número de plano.
- Título del plano y parte de obra que representa.
- Escala (si son varias, indicar las específicas en cada dibujo).
- Promotor del proyecto (Destinatario).
- Autor o autores del proyecto.
- Localización, fecha y firma del autor o autores.
- Firma del delineante y del técnico revisor (omisible).
- Sustituciones.

La longitud máxima del cajetín será de 170 mm, y se ubicará en la parte inferior derecha y dentro del cuadro de dibujo, tanto para las hojas verticales como para las hojas horizontales o apaisadas.

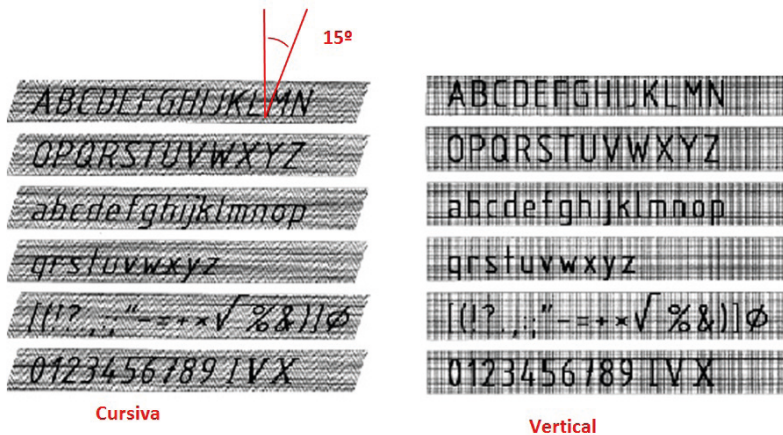
La rotulación de textos y líneas está normalizada según la Norma UNE 1034 que coincide con otras normas como la ISO 3098 y la DIN 16.

Los textos rotulados en los dibujos técnicos, deben basarse guardar tres aspectos fundamentales que son:

- Legibilidad, se deben de distinguir claramente unos caracteres de otros, evitando cualquier confusión entre ellos, incluso en caso de ligeras alteraciones. Este aspecto hace fácil la lectura.
- Homogeneidad, facilita la escritura, se emplea el mismo ancho de línea para letras mayúsculas y minúsculas.
- Aptitud para la reproducción, esto exige que la separación entre líneas y entre caracteres, sea como mínimo igual al doble del ancho de la línea.

La escritura podrá ser vertical o cursiva (inclinada) siendo esta inclinación de 15° hacia la derecha y medida desde la vertical, la distancia entre líneas contiguas o el espacio entre caracteres será al menos el doble de la anchura de la línea más ancha, usándose el mismo ancho de línea para mayúsculas y minúsculas, en cuanto al tamaño de las letras viene dada por la altura de esta, que se denomina dimensión nominal, y se corresponde con la altura de las mayúsculas y de los números, definiéndose el resto de dimensiones a partir de esta.

Las alturas normalizadas de escritura son 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14 y 20 mm, sin embargo con el uso generalizado de programas CAD, esto no siempre se cumple.



Papel vegetal y acetato

La altura de los caracteres en minúscula, sin tener en cuenta los trazos salientes, a una altura de dimensión  $h$ , le corresponde en minúsculas una altura  $h-1$ .

– Ejemplo

Supongamos que una escritura tiene una altura 14 mm, las minúsculas serán de 10 mm.

Las líneas normalizadas son de 8 tipos, con espesores de 0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4 y 2 mm, aunque los más finos pueden dar problemas a la hora de hacer copias de planos por lo que no es recomendable su uso. La norma también indica que en un mismo dibujo la relación entre las líneas que se representen sea como mínimo de 2:1.

Los tipos de línea que se usan como norma general son:

Uso	Tipo de línea
Contornos y aristas vistas	Línea gruesa
Aristas ocultas	Línea gruesa o fina a trazos
Ejes y planos de simetría	Línea fina a trazos y punto







Respecto a las aristas ocultas, solo deben de representarse cuando sean necesarias para la comprensión de la pieza u objeto representado. Pero en caso de representarse una arista oculta en una vista, se tiene que representar todas las demás, tanto las necesarias como las que no lo son.

Es de destacar el hecho, de que las vistas diferentes de un objeto colocadas en correspondencia deben de emplear el mismo ancho de líneas, pudiéndose ser, anchos distintos en detalles o piezas separadas, aunque estén en la misma hoja.

Cuando coinciden dos o más líneas de distintas clases, el orden de prioridad es el siguiente:

- 1. Líneas gruesas continuas.
- 2. Líneas gruesas o finas a trazos.
- 3. Líneas finas de trazo y punto, gruesas en los extremos y en los cambios de dirección.
- 4. Líneas finas de trazos y puntos.
- 5. Líneas de trazo y doble punto.
- 6. Líneas finas continuas

La separación entre líneas debe de ser como mínimo de 5 mm.

Líneas	Designación	Aplicaciones
	Gruesa	Contornos y aristas vistas
	Fina	Cotas, proyección, rayados, ejes cortos
	Gruesa a trazos	Contornos y aristas ocultas
	Fina a trazos	Contornos y aristas ocultas
	Fina trazos y puntos	Ejes, trayectorias, planos de simetría
	Fina trazos y doble punto	Piezas adyacentes, posiciones intermedias y extremas de piezas móviles, plano de corte

Líneas

Tipo de línea	Uso
Gruesa continua	<ul style="list-style-type: none"><li>– Aristas y contornos vistos.</li><li>– Finales de rosca, exteriores e interiores.</li></ul>
Rectas en zigzag	<ul style="list-style-type: none"><li>– Delimitación de vistas parciales, cortes locales y vistas interrumpidas.</li></ul>
Gruesas a trazos	<ul style="list-style-type: none"><li>– Contornos y aristas ocultas.</li></ul>
Trazos y puntos gruesas en los extremos y cambios de dirección	<ul style="list-style-type: none"><li>– Trazas de planos de corte</li></ul>