

# **PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS**

**ACUERDO MARCO PARA TRABAJOS DE INSTALACIÓN Y  
ADECUACIÓN DE SISTEMAS DE VENTILACIÓN Y  
CLIMATIZACIÓN EN TALLERES Y OFICINAS DE  
MANTENIMIENTO DE MATERIAL MÓVIL**



## ÍNDICE

<b>1. OBJETO .....</b>	<b>4</b>
<b>2. ALCANCE .....</b>	<b>5</b>
<b>3. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES .....</b>	<b>5</b>
<b>3.1 VENTILACIÓN .....</b>	<b>6</b>
3.1.1 CRITERIOS DE DISEÑO GENERALES DE VENTILACIÓN EN ESTACIONES Y TÚNELES .....	7
3.1.2 INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN TIPO EN TÚNELES .....	9
3.1.3 INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN TIPO EN ESTACIONES .....	10
3.1.4 DEPENDENCIAS. ....	13
3.1.5 CONTROL DE HUMOS.....	14
3.1.6 PRESURIZACIÓN DE SALIDAS DE EMERGENCIA .....	17
3.1.7 SISTEMAS DE EXTRACCIÓN HUMOS DE COMBUSTIÓN .....	19
<b>3.2 CLIMATIZACIÓN .....</b>	<b>20</b>
3.2.1 CLIMATIZACIÓN DE ESPACIOS.....	20
3.2.2 REFRIGERACIÓN DE CUARTOS TÉCNICOS .....	21
3.2.3 CALEFACCIÓN INDUSTRIAL .....	22
3.2.4 CLIMATIZACIÓN DE NAVES .....	24
<b>3.3 AGUA CALIENTE SANITARIA (ACS).....</b>	<b>25</b>
<b>4. OBJETO .....</b>	<b>26</b>
<b>4.1 TRABAJOS DE APOYO TÉCNICO .....</b>	<b>26</b>
4.1.1 INSPECCIONES.....	27
4.1.2 PRUEBAS .....	27
4.1.3 SUPERVISIÓN DE OBRA .....	27
4.1.4 GESTIÓN Y ELABORACIÓN DE DOCUMENTACIÓN .....	29
4.1.4.1 Auditoría documental .....	29
4.1.4.2 Auditoría de la instalación .....	30
4.1.4.3 Proceso administrativo .....	31

4.2	TRABAJOS DE SUMINISTRO E INSTALACIÓN .....	31
4.3	OBRA CIVIL .....	32
4.4	TRABAJOS DE ENERGÍA PARA SUBSISTEMAS EN DEPÓSITOS, COCHERAS, TALLERES Y OFICINAS DE MANTENIMIENTO DE MATERIAL MÓVIL .....	33
5.	NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS.....	34
5.1.1	HORARIOS Y LIMITACIONES EN LOS TRABAJOS DE INSTALACIÓN .....	34
6.	NORMATIVAS Y REFERENCIAS, DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS .....	35
6.1	BIBLIOGRAFÍA .....	36
6.2	OTRAS REFERENCIAS .....	36
7.	PRESENCIA DE AMIANTO .....	36
8.	DEFINICIONES Y ABREVIATURAS .....	38
9.	CONSIDERACIONES GENERALES .....	40

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Normativa de Calidad .....	35
Tabla 2: Abreviaturas y definiciones. ....	39

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ventilador .....	7
Figura 2 Esquema de diseño-funcionamiento de ventilación .....	8
Figura 3 Esquema del sistema de ventilación – sinóptico .....	8
Figura 4 Ventiladores instalados en túneles de interestación .....	10
Figura 5 Esquema de diseño de ventilación adiabática .....	11
Figura 6 Ventilador de estación .....	11
Figura 7 Toberas de ventilación en estación .....	13
Figura 8 Distribución de conductos de ventilación .....	14
Figura 9 Esquema funcional-diseño del sistema de desenfumage .....	15
Figura 10 Pruebas de humos en local comercial .....	16
Figura 11 Conducto y compuertas de extracción de humos .....	16
Figura 12 Esquema funcional-diseño del sistema de presurización en salida de emergencia de estación .....	19
Figura 13 Carro porta-manguera sobre rail aspirante .....	19

Figura 14 Ventiladores de extracción y elementos de control del sistema de presurización en salida de emergencia	20
Figura 15 Unidades exteriores de climatización	20
Figura 16 - Equipos de refrigeración en cuartos técnicos	22
Figura 17 Elementos del sistema de calefacción por radiación en depósito	23
Figura 18 Elementos del sistema de calefacción por convección en depósito	24
Figura 19 Placas solares térmicas y visualización de control	25

## 1. OBJETO

Dentro de los sistemas que forman parte de las infraestructuras y edificaciones destinadas al mantenimiento del material móvil, tienen relevada importancia los sistemas encaminados a los procesos de renovación de aire y a los elementos encaminados a asegurar las condiciones de temperatura y confort al personal que realiza los trabajos tanto de las estancias tales como oficinas y recintos destinados a este mantenimiento o centros donde se localizan equipos técnicos de explotación y servicios.

Dado el volumen de equipos de estas características del que dispone una red como la de Metro de Madrid, estos sistemas están sometidos a continuos procesos de reforma por cambios de las circunstancias de diseño o a procesos de renovación por fin de vida útil.

Dentro de estos procesos continuos, Metro de Madrid prevé en los próximos años la realización importantes inversiones encaminadas a la renovación e implementación de sistemas de ventilación, climatización y generación de agua caliente sanitarias (ACS) en sus recintos destinados al mantenimiento de trenes y vehículos auxiliares.

El objeto del presente proceso es la selección, por parte de Metro de Madrid, de contratistas que, a través de la firma de un Acuerdo Marco, estén en disposición técnica y humana adecuada para la realización de **trabajos de instalación, adecuación o reforma de sistemas de ventilación, climatización y generación de ACS en recintos destinados al mantenimiento del material móvil como talleres, depósitos o cocheras, incluidas sus oficinas y vestuarios de personal asociado a dicho mantenimiento**. Si bien el carácter principal de los contratos basados que surjan del presente acuerdo marco, son las obras de implementación o reforma de los sistemas en cuestión, estos trabajos de gran calado, prevén un fuerte repunte de trabajos asociados a dichos planes inversores relacionados con las tareas de redacción de pliegos para definición de las soluciones técnicas a implementar y de dirección facultativa de las obras necesarias que surjan en el momento de la ejecución de los trabajos y cuyas tareas se realizan desde el Área de Ingeniería de Instalaciones. Si llegado el caso, el Área de Ingeniería de instalaciones no dispone de recursos suficientes para afrontar la carga de trabajo de diseño y dirección facultativa de las obras, dentro del presente acuerdo marco se podrán lanzar basados para la realización de estas tareas.

Quedan incluidos dentro del alcance de los trabajos la instalación y puesta en explotación de los sistemas asociados a los procesos de climatización y ventilación como acometidas de energía necesaria, sistemas de eficiencia energética y autoconsumo, reubicación o renovación de los distintos elementos afectados por la implementación, y si procede, las correspondientes legalizaciones de los distintos sistemas que puedan surgir o estar afectados, tanto de las instalaciones reformadas como de las instalaciones existentes que puedan surgir en los procesos que se detonen dentro del presente acuerdo Marco.

## 2. ALCANCE

El alcance de las acciones englobadas en el Acuerdo Marco, que en todo caso se realizarán bajo la supervisión e inspección de los técnicos de METRO que se indiquen en cada momento, podrán consistir en:

- Trabajos de apoyo técnico destinados a la realización de dimensionamiento, inspecciones y pruebas de los sistemas de ventilación, climatización y generación de ACS.
- Trabajos de apoyo técnico destinados a la supervisión de obras de Instalación y reforma de sistemas de ventilación, climatización y generación de ACS en explotación.
- Trabajos de apoyo técnico a la actividad de ingeniería para adecuación de instalaciones de sistemas de ventilación, climatización y generación de ACS en explotación.
- Trabajos de apoyo técnico encaminados a la gestión y elaboración de planos y documentación de instalaciones de los sistemas de ventilación y climatización en explotación.
- Trabajos de realización, si procede, de procesos de legalización y/o registro de los sistemas ventilación, climatización y generación de ACS.
- Trabajos de reforma enfocados en la adecuación normativa asociadas a instalaciones de sistemas ventilación, climatización y generación de ACS.
- Trabajos de reforma enfocados a la sustitución por obsolescencia de equipos y elementos en sistemas ventilación, climatización y generación de ACS.
- Trabajos de implementación de sistemas de nueva ejecución, asociados a instalaciones de sistemas de ventilación, climatización y generación de ACS en explotación.
- Trabajos de realización de pruebas de estado de los sistemas de ventilación, climatización y generación de ACS incluyendo la reparación de las deficiencias detectadas.

## 3. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

A lo largo del presente punto se realiza una breve descripción de los sistemas sobre los que versarán las actuaciones que surjan en el proceso de realización de obras del Acuerdo Marco, a fin de las distintas empresas puedan analizar su experiencia y aportación dentro de los distintos campos que forman el sistema. La relación de elementos y sistemas descritos pueden no ser exhaustiva en algún caso o puede sufrir modificaciones, evoluciones tecnológicas o sustituciones integrales asociadas a la evolución tecnológica de los sistemas que se pueden producir a lo largo de la vida del Acuerdo Marco, las cuales no impedirán que sigan siendo objeto del alcance de éste o puedan ser acciones englobadas en sus respectivos contratos derivados.

### 3.1 VENTILACIÓN

Si bien el objeto del acuerdo marco no prevé la realización de trabajos de reforma o implementación de sistemas en el ámbito de la red de ventilación de túneles y estaciones, si se considera importante la descripción de estos sistemas para entender la filosofía de diseño y como este puede afectar a los procesos de renovación de aire en cocheras y fondos de saco de estacionamiento de trenes que se localicen en la zona subterránea de la red, que por otra parte, si forman parte de las posibles actuaciones del presente acuerdo marco en lo que a los procesos de ventilación se refiere.

Los objetivos que bajo el concepto genérico de "ventilación", en estaciones y túneles de la red de explotación ferroviaria, se han de cumplir, en condiciones normales de explotación, son básicamente los siguientes:

- Renovación del ambiente interior del sistema, extrayendo el aire viciado (monóxido de carbono, olores, etc.) e introduciendo aire fresco del exterior, siempre que el aire que se capte (generalmente a nivel de calzada) cumpla unos requisitos mínimos de pureza.
- Limitación de la carga térmica en el sistema, producida por los trenes, personas y demás cargas caloríficas (alumbrado, centros de transformación, motores, equipos de climatización aire-aire, etc.).
- Limitación de las corrientes de aire y variaciones de presión provocadas por el efecto pistón que efectúa el tren a su paso.

Existen, asimismo, otros objetivos del "sistema de ventilación" que, en ciertas condiciones, podrían ser aplicables a situaciones de emergencia, tales como son la accesibilidad al túnel y estaciones a través de los pozos de extracción y los de compensación-inmisión y la extracción de humo (derivado de un incendio) o de atmósferas peligrosas (emanaciones de gases combustibles o vapores tóxicos), si bien las instalaciones se han dimensionado para condiciones de explotación normal no son especialmente preparadas para situaciones de emergencia.

No obstante, en caso de EMERGENCIA, se arrancarían la segunda velocidad que poseen los ventiladores de extracción, sitos en los pozos de interestación, al objeto de obtener velocidades en túnel del orden de los 1,3 m/s.



*Figura 1 Ventilador*

### 3.1.1 Criterios de diseño generales de ventilación en estaciones y túneles

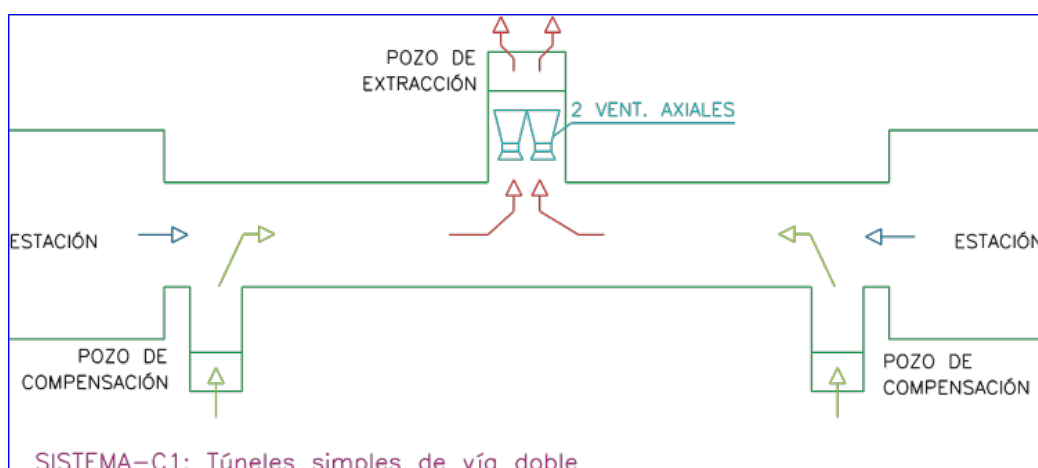
En general los túneles suelen ser de doble vía y de tipo cerrado (no tienen accesos directos de comunicación con el exterior) y en consecuencia las estaciones son subterráneas. En estos casos el sistema de ventilación de túneles y acondicionamiento ambiental de las estaciones está basado en la creación de la siguiente infraestructura:

- **Pozos de extracción en túneles simples de vía doble (E):** situados generalmente en las proximidades del punto medio de los distintos tramos de túnel interestación. Disponen de una galería donde se ubican los equipos mecánicos.
- **Pozos de compensación (C):** generalmente existen dos por estación, localizándose preferentemente en los piñones de entrada y salida de la misma.
- **Pozos de inmisión (I):** se localizan sobre las estaciones, dependiendo del sistema constructivo de la estación pueden ser independientes de los de compensación o bien asociados a éstos. En todo caso conectan al exterior con una sala donde se ubican los equipos mecánicos.



**Figura 2 Esquema de diseño-funcionamiento de ventilación**

En los pozos de inmisión se capta el aire primario del exterior, desde éstos una parte se conduce de manera forzada, bien por el bajo andén que actúa de plenum de distribución bien a través de conductos aéreos, o ambos sistemas, hasta las rejillas o difusores de estación. En los pozos de compensación el aire procedente del exterior entra directamente compensando el desequilibrio de caudales provocado por la mayor demanda de extracción de los ventiladores instalados en la interestación, en relación con el caudal introducido por los ventiladores de estación. Los pozos de compensación al estar cercanos a las estaciones y estar en comunicación libre con el exterior sirven para compensar las sobrepresiones producidas por el “efecto pistón”, de gran importancia en túneles de vía simple. En la interestación se extrae el aire proveniente de la estación y del pozo de compensación ventilando el túnel de manera longitudinal



**Figura 3 Esquema del sistema de ventilación – sinóptico**

En los túneles de doble vía, la ubicación de los pozos de extracción se realiza lo más cercano al punto medio de la interestación extrayendo el aire de cada uno de los lados del túnel.

El pozo de extracción está equipado con 2 ventiladores axiales Ø 1.800 mm, de 2 velocidades con un caudal de 180.000 / 240.000 m<sup>3</sup>/h de 35 / 73 kW, difusores acústicos, compuertas de regulación y silenciadores. Los ventiladores son de una clase térmica de 200 °C / 2 horas.

Cada estación dispone de 2 ventiladores axiales Ø 1.400 mm, de ejecución mural, de 2 velocidades con un caudal de 45.000 / 90.000 m<sup>3</sup>/h de 3,7 / 18,5 kW. Pueden estar en una sala única o en salas individuales. Cada ventilador atiende a un andén. Los ventiladores están preparados para trabajar en atmósferas húmedas (HR = 98%), quedando la instalación dispuesta para incorporar un sistema de refrigeración adiabática.

### 3.1.2 Instalación de ventilación tipo en túneles

Caudal de aire: habitualmente, para los nuevos túneles, se extrae un caudal de aire, por cada pozo interestación, de:

- Alta velocidad:  $2 \times 240.000 \text{ m}^3/\text{h} = 480.000 \text{ m}^3/\text{h}$  con una presión estática de 600 Pa.
- Baja velocidad:  $2 \times 180.000 \text{ m}^3/\text{h} = 360.000 \text{ m}^3/\text{h}$  con una presión estática de 300 Pa.
- Incorporan difusores acústicos y válvulas de seccionamiento (inclinadores) al objeto de permitir la separación del ambiente del túnel con el ambiente exterior, así como posibilitar la entrada en funcionamiento de un solo ventilador impidiendo que se produzca el by-pass a través del otro.
- Por otra parte, se instalan sistemas de control acústico para limitar el ruido emitido al exterior. Los niveles de emisión quedan limitados al siguiente valor:
  - En calle (a 1,5 m de la rejilla exterior de tramex):  $\leq 45 \text{ dB(A)}$



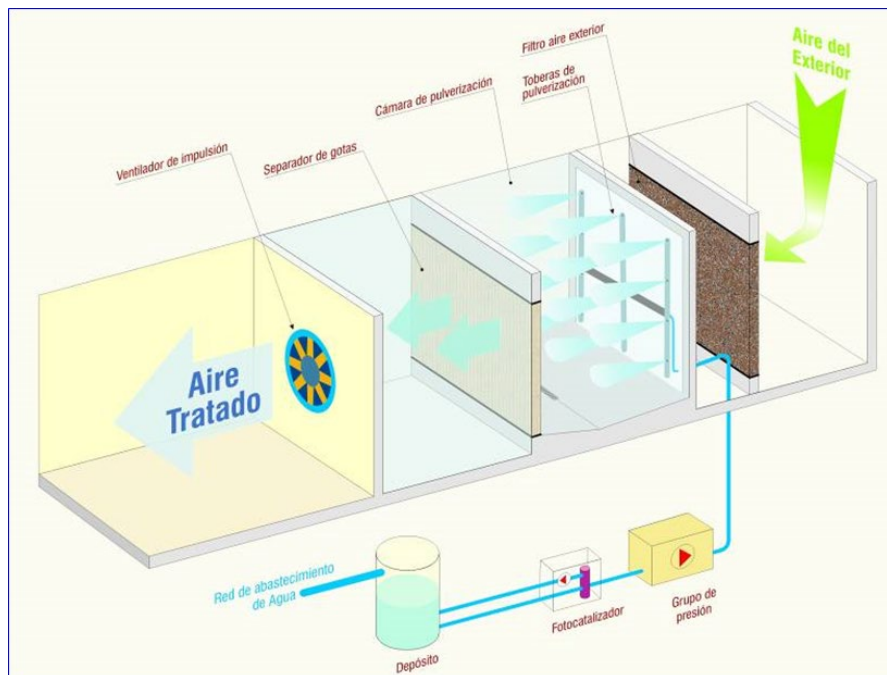
*Figura 4 Ventiladores instalados en túneles de interestación*

### 3.1.3 Instalación de ventilación tipo en estaciones

Caudal de aire: habitualmente, para las nuevas estaciones y en aquellas en las que se realizan obras de remodelación, se impulsa un caudal de aire, por cada andén de la estación, de:

- Alta velocidad: 90.000 m<sup>3</sup>/h con una presión estática de 450 Pa.
- Baja velocidad: 45.000 m<sup>3</sup>/h con una presión estática de 110 Pa.

Opcionalmente, como mejora de la instalación, se puede implementar un Sistema de Refrigeración Adiabática sobre la instalación de ventilación. Se realiza a través de una instalación de agua pulverizada que se inyecta al caudal de aire de ventilación. Este sistema permite disminuir la temperatura mejorando las condiciones termohigrométricas en el periodo estival. El agua, proveniente de red, es tratada en un fotocatalizador como medida preventiva para prevenir la legionela. En el caso de realizar esta instalación los caudales de ventilación se suelen reducir en torno al 50%, debido a la pérdida de carga adicional de los elementos adicionales que requiere la instalación (filtros, cámara de pulverización y separador de gotas).



**Figura 5 Esquema de diseño de ventilación adiabática**

Por otra parte, se instalan sistemas de control acústico para limitar el ruido emitido al exterior y al interior de las estaciones. Los niveles de emisión están limitados a los siguientes valores:

- En calle (a 1,5 m de la rejilla exterior de tramex):  $\leq 45$  dB(A)
- En estación (rejilla más desfavorable):  $\leq 55$  dB(A)



**Figura 6 Ventilador de estación**

## ELEMENTOS DE DIFUSIÓN

La difusión, siempre que sea posible, se realiza mediante elementos específicos diseñados para este fin (rejillas, difusores, toberas, etc.). Tienen las siguientes características:

- El conjunto de elementos de difusión permite impulsar el caudal de ventilación de su sistema de ventilación asociado. En caso contrario se debe insertar en el circuito aliviaderos de caudal. En general los nuevos sistemas de ventilación disponen de un caudal de impulsión por andén de 90.000 m<sup>3</sup>/h. En caso de incorporar sistemas de refrigeración adiabática este caudal se reduce en torno al 40%.
- Están distribuidos lo más uniformemente posible. En cuanto a la densidad de dichos elementos a lo largo del andén, se considera razonable que cubran el 50% de éste, no bajando, en ningún caso del 30%.
- Dentro de su zona de influencia, permiten conseguir una velocidad residual del aire comprendida entre 0,5 y 1,0 m/s en el plano situado sobre el andén a 1,8 m de altura, en la zona normalmente ocupada (entre 0,5 m del paramento vertical y 1,5 m del borde de andén).
- En función de la altura de instalación se recomiendan los siguientes tipos de elementos de difusión:
  - Alturas  $\leq 3,5$  m  $\rightarrow$  Rejillas lineales (ángulo de deflexión a definir).
  - Alturas  $> 3,5$  m  $\rightarrow$  Toberas.
- Cuando se encuentren accesibles su construcción es antivandálica.
- Disponen de elementos que permitan la regulación de caudal de manera individualizada por cada elemento difusor.
- Disponen, cuando sea necesario, de elementos auxiliares para el correcto reparto (aletas direccionales, etc.).
- El nivel de ruido generado a 1 m del elemento difusor no superará los 50 dBA.
- Están fabricadas en materiales anticorrosivos o incorporan tratamientos anticorrosivos (calidad mínima C4).



*Figura 7 Toberas de ventilación en estación*

### **3.1.4 Dependencias.**

Es competencia de los departamentos responsables de las mismas de establecer las necesidades de cada sala en función de la actividad que se prevea realizar. De acuerdo a estas necesidades se realiza el dimensionado de las instalaciones de ventilación, climatización y/o calefacción.

En cualquier caso, se les dota a dichas salas y dependencias de un sistema de renovación de aire adecuada, siguiendo instrucción técnica complementaria IT 1.1.4.2 del RITE, en función del uso al que se destinen, para obtener una buena calidad de aire interior en las mismas.

En general las necesidades son las siguientes:

- Despachos y zonas de trabajo continuo: ventilación y climatización.
- Almacenes y zonas de trabajo eventual: ventilación.
- Aseos y vestuarios: ventilación y calefacción.

Es imprescindible disponer de una zona de toma del aire limpio exterior y de un pozo o lugar en contacto con el ambiente exterior para expulsar el aire viciado de ventilación así mismo sirve para ubicar las unidades exteriores de climatización al objeto de que puedan realizar el intercambio térmico con el ambiente exterior.



*Figura 8 Distribución de conductos de ventilación*

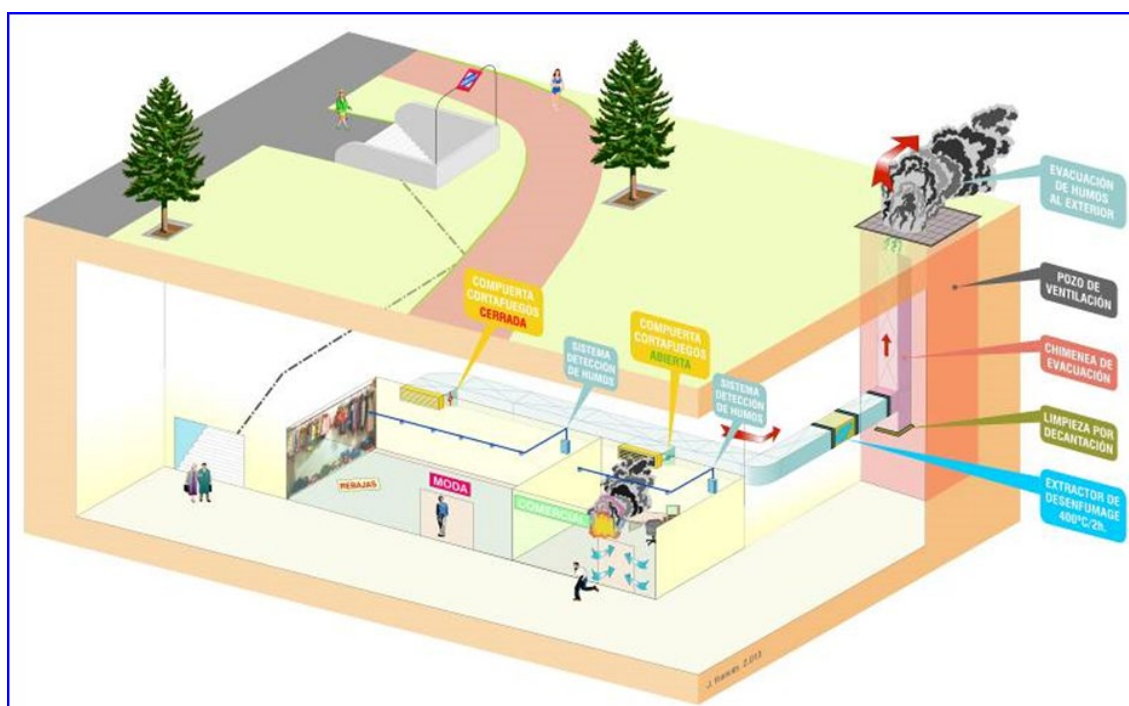
### 3.1.5 Control de humos

Debe existir obligatoriamente una instalación de desenfumage con el fin de controlar el humo que se genera en caso de producirse un incendio en uno de los locales comerciales de la estación. El sistema de desenfumage permite extraer el humo de incendio, generando una depresión en el local que garantiza una velocidad de entrada de aire en el acceso a dicho espacio comercial, lo suficientemente elevada como para confinar los humos en su interior y que éstos puedan ser extraídos eficazmente por el citado sistema. Dicha velocidad de entrada de aire en la abertura de acceso al local comercial es como mínimo de 0,3 m/s.

La instalación de desenfumage está compuesta por los siguientes elementos:

- Extractor centrífugo de clasificación térmica 400°C/2h, homologado según norma UNE-EN 12101-3 o equivalente, con marcado CE, con motor de 2 velocidades y variador de frecuencia para la baja velocidad del motor, en caja acústica estanca.
- Compuertas cortafuegos clasificadas EI-120 fabricada según norma UNE-EN 13501-3 o equivalente, de disparo automático por fusible térmico tarado a 72°C, de rearme manual o automático según proceda, con juntas intumescente y de estanqueidad para impedir la propagación de humos.

- Red de conductos rectangular de chapa de acero galvanizado según UNE-EN 1507:2007 o equivalente, con recubrimiento estable al fuego de resistencia mínima EI-120 y clase térmica A-1.
- Rejillas de retorno de aire, preferentemente de tipo lineal, con compuerta de regulación.
- Cuadro de mando y control. Incorpora un variador de frecuencia para la regulación del ventilador en baja velocidad.



**Figura 9 Esquema funciona-diseño del sistema de desenfumage**

La misión del extractor de desenfumage es, por un lado, en funcionamiento normal proporcionar una renovación de aire a los espacios comerciales, y por otro lado, en funcionamiento en caso de emergencia controlar el humo generado por el incendio en su fase inicial. En el primer caso, el motor del ventilador está funcionando a baja velocidad, regulado a través de un variador de frecuencia, mientras que, para el segundo caso, el motor del ventilador conmuta a régimen de alta velocidad de manera directa.

El funcionamiento de las compuertas cortafuegos es tal que, para el hipotético caso de producirse incendio en un determinado local, el sistema de P.C.I. establecerá las órdenes pertinentes para que se abra la compuerta del local incendiado y cerrar las compuertas de los restantes locales comerciales, de tal forma que, se evacue el humo de manera rápida y eficaz en los inicios del incendio. En caso de que el incendio alcanzase grandes proporciones y la

temperatura fuese superior a los 72 °C la compuerta se cierra para evitar la propagación del fuego a su través.



**Figura 10 Pruebas de humos en local comercial**

Los criterios generales de diseño para dicha instalación son los siguientes:

- Caudal de aire de extracción: se debe garantizar una velocidad mínima de entrada de aire en el acceso al local de 0,3 m/s. Habitualmente, el sistema de desenfumage trabaja con caudales de diseño comprendidos en el entorno de  $3 \div 5 \text{ m}^3/\text{s}$ .
- Velocidad del aire en conductos: se adoptará como criterio, una velocidad máxima de circulación de aire por la red de conductos de 12 m/s. Este límite de velocidad permite limitar la pérdida de carga en el sistema, y en consecuencia el dimensionado del ventilador.
- A efectos de Obra Civil, se requiere un conducto tipo de 1.000 x 500 mm, que se verá incrementado por el recubrimiento resistente al fuego en torno a los 10 cm por cada lado, con lo que el espacio necesario es del orden de 1.200 x 700 mm o sección equivalente.
- Se dispone obligatoriamente de un punto exterior para la evacuación y/o salida del humo, ya sea por medio de un Pozo de Extracción, o bien, utilizando salidas especiales cuando se dispongan (en los templete de acceso, etc.).



**Figura 11 Conducto y compuertas de extracción de humos**

El sistema de control de instalaciones integra la supervisión y mando de un conjunto de instalaciones electromecánicas, quedando el control de la estación centralizado a nivel de vestíbulo en un cuarto destinado a tal fin, denominado Cuarto de Control de Instalaciones (CCI).

### 3.1.6 Presurización de salidas de emergencia

Durante un escenario de incendio en un túnel o estación, es imprescindible mantener las rutas de evacuación libres de humos. En general, las salidas de emergencia que la red de explotación ferroviaria tiene en túneles y estaciones están resueltas mediante una galería de entronque al túnel o la estación y una escalera ascendente que aflora en superficie, permitiendo la salida al exterior a través de un portón hidráulico. En la figura se representa un esquema de una salida de emergencia tipo.

La instalación de presurización tiene como objeto impedir el paso de humo derivado de un incendio mediante la presurización del vestíbulo de independencia de la salida.

En el diseño cumple lo establecido en la Norma UNE-EN 12101-6 o equivalente, considerando el sistema de clase C (para medios de escape mediante evacuación simultánea). El sistema de presurización tiene los siguientes condicionantes de diseño:

- Con puertas cerradas se lanza un caudal de aire suficiente para que el vestíbulo de aislamiento quede presurizado a 50 Pa.
- Con puertas abiertas se lanza un caudal de aire el vestíbulo de aislamiento tal que la velocidad del aire que salga al abrir una puerta de dicho vestíbulo sea como mínimo de 1 m/s.
- Las salidas de emergencia disponen de una galería de entronque con el túnel o estación. En esta galería se construye un vestíbulo de independencia formado por puertas cortafuegos RF-120 con el fin de compartimentar la zona de potencial riesgo de incendio (túnel o estación) con la escalera ascendente de evacuación. Al objeto de asegurar que el humo derivado de un incendio no pueda entrar en la salida de emergencia se dota al vestíbulo de independencia de un sistema de presurización.
- El sistema de presurización está formado por equipos de ventilación que captan el aire limpio (preferentemente de manera directa desde el exterior) a través de conductos convencionales o específicos creados al efecto en huecos de la construcción y lo impulsan al interior del vestíbulo de aislamiento a través de conductos que terminarán en una compuerta de regulación, compuerta cortafuegos y rejilla decorativa. Por otra parte,

existe una compuerta de sobrepresión para limitar la presión en el interior del recinto y lanzar el caudal residual a la zona de escaleras con lo que se consigue ventilar y crear una ligera presión positiva en este volumen.

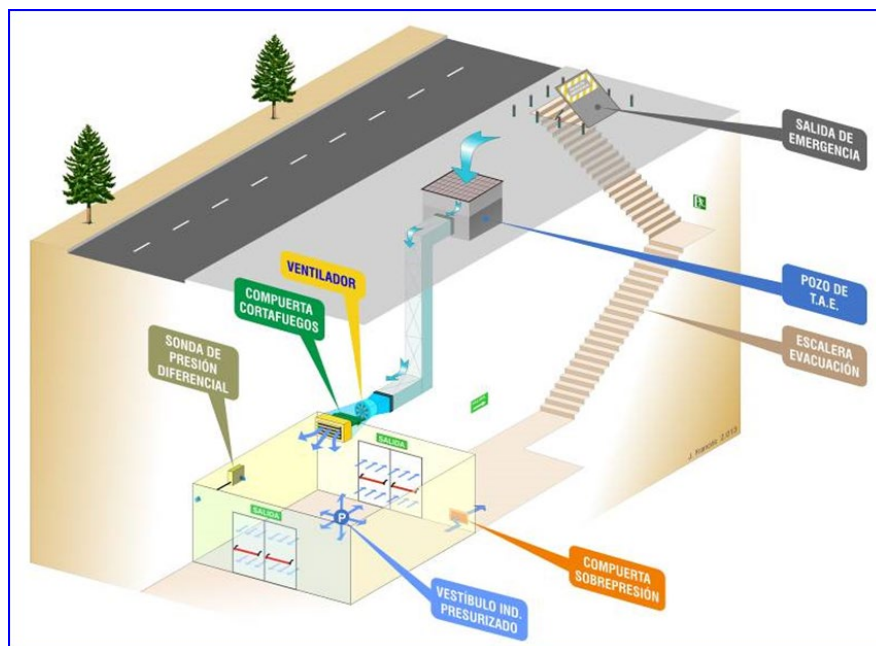
La infraestructura de obra civil comprende los siguientes elementos:

- 1 persiana de toma de aire exterior de 1.000 x 1.000 mm, con marco de montaje y malla de protección anti-pájaros, por cada vestíbulo de aislamiento que pudiera atender de manera simultánea.
- 1 conducto vertical de conexión entre la toma de aire exterior y los equipos de ventilación. Esta realizado aprovechando los huecos de la construcción o realizado en material metálico inoxidable. La sección se define mediante cálculo (de manera orientativa consideraremos 1m<sup>2</sup> por cada vestíbulo de aislamiento que pudiera atender de manera simultánea).

La instalación de presurización para cada vestíbulo de independencia consta de los siguientes equipos y elementos:

- Ventiladores con compuertas de seccionamiento motorizadas.
- Canalización, compuerta de regulación, compuertas cortafuegos y compuerta de sobre presión.
- Finales de carrera y medidor de presión diferencial.
- Cuadro eléctrico de mando y control que incorpora autómata programable y variador de frecuencia.

Los elementos más destacables de la instalación se muestran en las siguientes figuras.



*Figura 12 Esquema funcional-diseño del sistema de presurización en salida de emergencia de estación*

### 3.1.7 Sistemas de extracción humos de combustión

Se trata de los sistemas destinados a extracción de gases producidos por la combustión de motores diésel de los vehículos auxiliares (dresinas), en las naves de estacionamiento y mantenimiento, de forma que garantice unas condiciones lo más saludables posibles en los puestos de trabajo cuando los motores de los vehículos se encuentran en marcha. Los vehículos que estacionan en los diferentes emplazamientos de Metro son de varios tamaños, considerándose los más desfavorables a efectos de cálculo los vehículos con cubicaje de 12.000 cm<sup>3</sup>, 1.500 rpm al ralentí y potencia de 360 kW.

Las soluciones de extracción de humos de combustión disponen de un sistema de extracción localizada formado por carriles aspirantes, ubicados uno a cada lado de la vía. El sistema de extracción localizada se complementa con un sistema de renovación de aire interior, con un caudal de 7 renovaciones por hora y se pondrá en funcionamiento de forma automática a través de la señal recibida de la centralita de detección de CO y NO<sub>2</sub> cuando las concentraciones de estos gases superen los niveles.



*Figura 13 Carro porta-manguera sobre rail aspirante*

## 3.2 CLIMATIZACIÓN

### 3.2.1 Climatización de espacios

Preferentemente, el sistema de climatización se instala en un bucle o anillo energético formado por una unidad aerorefrigeradora común para el conjunto de espacios comerciales, y bombas de calor compactas agua-aire individuales para cada local, con el compresor y demás elementos fundamentales de la máquina integrado en las mismas, con la finalidad de imputar los consumos de electricidad a cada espacio comercial por separado.

También se puede climatizar los espacios comerciales mediante equipos autónomos de expansión directa, tipo partido, de refrigerante R-410<sup>a</sup> (como el utilizado actualmente en Metro de Madrid o con cualquier otro refrigerante que cumpla con la normativa en vigor), con bomba de calor con tecnología “inverter”.



**Figura 14 Ventiladores de extracción y elementos de control del sistema de presurización en salida de emergencia**

En este último caso, las unidades exteriores se sitúan en el pozo de ventilación anexo al local/es. Asimismo, para garantizar la correcta aero-refrigeración de las unidades exteriores, y evitar embolsamientos de aire caliente en pozo, es conveniente instalar un ventilador auxiliar de apoyo que garantice la evacuación del aire caliente generado



**Figura 15 Unidades exteriores de climatización**

La unidad interior es de baja silueta, de tipo conductos, e impulsa el aire tratado a través de una red de conductos, en principio, prevista para ejecutarse en el interior del falso techo, siempre y cuando éste disponga de altura suficiente, o bien, en caso de no disponer de altura suficiente para poder realizar dicha ejecución, la red de conductos se integraría en falsa viga.

La ratio de potencia térmica frigorífica que se están manejando, a efectos de predimensionado, se establece en torno a las 250 Frig/h por m<sup>2</sup> de superficie útil de local comercial.

### 3.2.2 Refrigeración de cuartos técnicos

Los cuartos técnicos de comunicaciones, así también como los cuartos técnicos de enclavamiento o señalización, para aquellas estaciones que dispongan de estos últimos, se climatizarán mediante equipos de precisión de expansión directa, de tipo partido, sólo frío, de condensación remota por aire, con unidades interiores de tipo vertical, para dotar de acondicionamiento térmico a dichas estancias, y de esta manera, evitar el sobrecalentamiento de los componentes de comunicaciones y señalización que pueda derivar en daños irreversibles para los mismos.

Tales equipos de precisión aseguran unas adecuadas condiciones térmicas de servicio (temperatura interior de +25°C, para una temperatura exterior de +40°C), de manera automática, en las condiciones habituales de servicio. La potencia frigorífica, para dichas condiciones, se estima en 0,3 kW/m<sup>2</sup>, equivalente a 258 Frig/h/m<sup>2</sup>, con un mínimo, salvo indicación expresa, de 9 kW (7.740 frig/h), si bien, las potencias frigoríficas indicadas, pueden variarse, previa aprobación del Director de Obra, caso de que se justificasen a través del correspondiente cálculo de cargas térmicas, en las condiciones reales de la instalación. En cualquier caso, el coeficiente de eficiencia energética (EER) del equipo, en las condiciones de la instalación, no es inferior a 3.

Los citados equipos de precisión están compuestos por una unidad interior (evaporadora) y otra unidad exterior (condensadora), de las características indicadas. La distancia admisible entre dichas unidades es, como mínimo, de 40 m en vertical, o longitud equivalente, pudiendo ser instalada la unidad exterior hasta un mínimo de 5 m por debajo de la unidad interior. Se estudian las condiciones específicas de la instalación, realizando el cálculo de las líneas frigoríficas y ejecutando los sifones en la línea vertical que fuesen necesarios. El compresor y demás elementos fundamentales de la máquina están localizados en la unidad interior, son accesibles desde el frontal del equipo para favorecer las operaciones de mantenimiento y reparación.



**Figura 16 - Equipos de refrigeración en cuartos técnicos**

Disponen de control de precisión de temperatura y de humedad del aire de la sala acondicionada, incorporando para ello las correspondientes sondas termo higrométricas, y adaptan la capacidad de refrigeración a la carga térmica del ambiente por medio de un sistema de previsión del evento basado en algoritmos PID (controlador proporcional, integral y derivativo) del microprocesador de control.

Incorporan además un módulo de renovación de aire (free-cooling) completo, de tipo proporcional, e incluyen compuertas de regulación, sondas de entalpía, filtro y compuerta cortafuegos. Dicho módulo se conecta con el ambiente exterior, dependiendo de su ubicación (calle o estación) mediante el correspondiente conducto.

### **3.2.3 Calefacción industrial**

Con esta instalación se pretende crear unas adecuadas condiciones de confort en las cocheras y naves industriales dónde se realizan actividades de mantenimiento.

La instalación proyectada permite encajar los diferentes parámetros térmicos (temperatura, humedad relativa, velocidad del aire en la zona ocupada, etc.) dentro de un intervalo de valores definidos en la zona de confort. Por otro lado, se crea una adecuada renovación del aire interior gracias al aprovechamiento de los exutorios que se instalan para la evacuación de humos en caso de incendio.

Dentro de los sistemas de calefacción tendremos los siguientes:

#### **CALEFACCIÓN POR RADIACIÓN**

Este sistema está basado en la transmisión de calor por radiación, mediante superficies emisoras de tubos o paneles radiantes, que emiten radiación térmica con una potencia emisiva superficial proporcional a la cuarta potencia de su temperatura, de acuerdo con la Ley de Stefan-Boltzmann. Con este sistema podemos calentar a las personas sin necesidad de calentar el aire que les rodea. Es un sistema muy interesante cuando las zonas a calefactar estén muy definidas dentro de grandes espacios o cuando las alturas de las naves son considerables.



*Figura 17 Elementos del sistema de calefacción por radiación en depósito*

### CALEFACCIÓN POR CONVECCIÓN

Los sistemas convectivos de calefacción habitualmente utilizados en las cocheras y edificios industriales, están basados bien en unidades terminales generales de distribución de aire, tipo “climatizador” o bien en unidades terminales locales tipo “aerotermo”. Ambos sistemas intercambian el calor del fluido caloportador (agua caliente) a través de unas baterías de intercambio, lanzando el aire caliente resultante por medio de sus ventiladores.

Los que utilizan climatizadores lo hacen a través de una red de conductos y los que lo efectúan a través de aerotermos, lo hacen de manera directa, pudiendo ser de proyección horizontal o vertical, según la arquitectura del edificio y la disponibilidad de espacios.

Al objeto de evitar el fenómeno de estratificación, se emplean destratificadores, que provocan una mezcla de las capas de aire caliente situadas en el techo y las desplaza hacia la zona ocupada con el fin de uniformizar la temperatura.



*Figura 18 Elementos del sistema de calefacción por convección en depósito*

### CALEFACCIÓN POR SISTEMAS MIXTOS

Para aseos, vestuarios y otras dependencias, suelen emplearse bien radiadores, bien suelos radiantes. Su principio de funcionamiento es mixto, dado que de un lado inciden directamente sobre las personas mediante la radiación y, de otra general corrientes convectivas que calientan el aire circundante.

En todos los sistemas la producción del agua caliente se realiza en calderas de alto rendimiento, siendo gas natural, el combustible empleado de manera habitual para la producción.

### 3.2.4 Climatización de Naves

La solución de naves industriales implementadas en Metro de Madrid se caracteriza por ser soluciones muy personalizadas a las características arquitectónicas de la propias naves y, en muchos casos, a la instalación de la que la nave disponía para la distribución de calefacción previa existente antes de la implementación del sistema de climatización y de la cual, normalmente, se trata de aprovechar al máximo la red de conductos y elementos de distribución, al cual se implementa, siempre que sea posible, la implementación de un sistema de climatización en régimen de frío mediante enfriadoras condensadas por aire. La producción del fluido sub-enfriado para las baterías de los climatizadores se realizará mediante enfriadoras situadas preferentemente en zonas de azoteas. La circulación del agua se realiza mediante los grupos electrobombas previstos que también serán instalados en esta zona

Para evitar la entrada de aire al interior de la nave en la zona de puertas de vías, se encuentra instalados climatizadores verticales que impulsan el aire a modo de cortina a lo largo de todo el ancho de las puertas, evitando de esa forma la pérdida de aire climatizado en los procesos de entrada y salida de los trenes.

Previo a los procesos de implementación de los sistemas de climatización se realizan estudios de coeficientes de transmisión térmica de las distintas envolventes de la edificación a fin de, siempre que sea viable, realizar acciones de mejora que eleven la eficiencia energética de la instalación.

### 3.3 AGUA CALIENTE SANITARIA (ACS)

El objetivo fundamental de una instalación de A.C.S. por Energía Solar Térmica de Baja Temperatura ( $T^a$  fluido caloportador  $\leq 100$  °C) es conseguir dicha producción con un bajo coste energético utilizando energías limpias.

La instalación de Energía Solar Térmica de Baja Temperatura para usos térmicos se diseña y calcula de forma adecuada a la radiación global de su emplazamiento y a la demanda total de agua caliente sanitaria del edificio.



*Figura 19 Placas solares térmicas y visualización de control*

La tipología de los sistemas de captación y utilización de energía solar activa de baja temperatura para la producción de agua caliente sanitaria habitualmente utilizado en los edificios y construcciones de la red de explotación ferroviaria se clasifica dentro de los sistemas indirectos de circulación forzada, en los que el fluido de trabajo se mantiene en un circuito separado, sin posibilidad de comunicarse con el circuito de consumo, y en los que la instalación está equipada con dispositivos que provocan la circulación forzada del fluido caloportador. Dichos sistemas tienen mayor rendimiento con una mejor regulación.

La instalación de Agua Caliente Sanitaria (ACS) se dimensiona de manera que permite proporcionar una dotación de agua caliente sanitaria, en condiciones adecuadas, para la higiene de las personas, cumpliendo los siguientes requisitos:

- Exigencia de eficiencia energética: la instalación aprovecha las energías renovables disponibles, con el objetivo de cubrir con este tipo de energías una parte de las necesidades de ACS del edificio.

- Exigencia de seguridad: la instalación se ejecuta de tal forma que prevenga y reduzca el riesgo de sufrir accidentes y siniestros capaces de producir daños o perjuicios a las personas o al medio ambiente.

## 4. OBJETO

Dentro de las posibles acciones que se pueden demandar en el Acuerdo Marco es la realización de instalaciones y trabajos que se definiesen en los pliegos de licitación que surjan dentro del Acuerdo Marco relacionados con los sistemas de Control y Seguridad en estaciones, de la Red de Metro de Madrid:

- Sistema de ventilación
- Sistema de extracción de humos de combustión.
- Sistema de climatización en general (naves, oficinas, cuartos técnicos, etc.)
- Sistema de generación de ACS (agua caliente sanitaria)
- Sistema generación de energía fotovoltaica para mejora de eficiencia energética de las instalaciones y autoconsumos.
- Acometidas de energía asociadas a los sistemas de climatización y ventilación.
- En los contratos basados se establecerán medidas de acuerdo al artículo 12 de la Ley 1/2024, de 17 de abril, de Economía Circular de la Comunidad de Madrid cuando esté relacionado con el objeto del contrato basado.

### 4.1 TRABAJOS DE APOYO TÉCNICO

Las actividades a realizar en los distintos campos y sistemas relacionados o lotes se engloban en los siguientes grupos:

- Inspecciones.
- Pruebas.
- Supervisión de obra.
- Gestión y elaboración de documentación (informes, proyectos, planos, etc.).
- Instalaciones.

#### 4.1.1 Inspecciones

Las empresas que liciten al presente Acuerdo Marco, deberán disponer de experiencia en los distintos ámbitos competenciales, así como disponer de medios técnicos oportunos para realizar inspecciones exhaustivas de los sistemas de ventilación y clima. Estas inspecciones podrán incluir lo siguiente:

- Toma de datos e inventariado de la instalación.
- Comprobación del estado general de los equipos pertenecientes al sistema, realización de pruebas y medidas de parámetros de las instalaciones en explotación, emisión de dictámenes técnicos, no conformidades y propuestas de mejora.
- Levantamiento y comprobación de Planos.
- Revisión y actualización de documentación de las instalaciones.
- Revisión de las instalaciones de acuerdo a la normativa en vigor o normativas vigentes en la época de construcción.
- Reportaje fotográfico de los elementos examinados.
- Gestión procedimientos administrativos legales.

#### 4.1.2 Pruebas

Las empresas seleccionadas en el presente Acuerdo Marco tendrán que realizar **comprobaciones** in situ sobre los elementos y equipos que pertenecen a los distintos sistemas. Además, **deberá aportar los medios necesarios** para la realización de dichas pruebas, que incluirán:

- Definición de protocolo de pruebas.
- Manejo de equipos.
- Toma de medidas de parámetros.
- Elaboración de procedimientos e instrucciones técnicas.
- Pruebas funcionales y de integración conforme a los procedimientos de operación definidos en diferentes ámbitos.

#### 4.1.3 Supervisión de Obra

Durante la ejecución de una obra (modificación sobre una instalación existente o una nueva instalación), el cometido de las empresas seleccionadas podrá ser la inspección, vigilancia y control de calidad de los sistemas, equipos e instalaciones objeto de la obra.

Los tipos de supervisión a realizar sobre la obra serán los siguientes:

- **Control cuantitativo**, consistente en la medición de las diversas unidades de obra o constatación de suministro, comprobando que la misma corresponde a lo previsto en el proyecto y a las modificaciones autorizadas, en especial a aquellas partes y unidades que, por quedar ocultas, son de difícil comprobación posterior. Los resultados de estos controles y seguimientos tendrán su reflejo en la emisión y correspondiente firma de las certificaciones parciales.
- **Control cualitativo**, el cual consiste en garantizar que equipos, sistemas y materiales se ajusten a las prescripciones del proyecto, a la normativa vigente, a los estándares de calidad y a las modificaciones aprobadas. Este apartado incluirá el control sobre la entrega documental a METRO de todo aquello que se considere conveniente disponer para los posteriores trabajos de explotación y mantenimiento.

Genéricamente los trabajos a realizar por las empresas seleccionadas abarcarán:

- Estudio de la documentación de los proyectos y ofertas seleccionadas.
- Estudio de la ingeniería de sistemas a instalar.
- Propuesta de requerimientos de calidad a aplicar según normativa.
- Asistencia a las reuniones de seguimiento de Obra y elaboración de Actas resumen.
- Asistencia a las diferentes fases de pruebas (FAT, Integración, validación) y aceptación generando informes de aceptación o no conformidad.
- Auditoría de sistemas de calidad de contratistas.
- Estudio de los Planes de Seguridad y Salud que, conforme a la normativa vigente, presenten los Contratistas certificando su ajuste a normativa e indicando cuantas objeciones y modificaciones sean precisas para que el Contratista vele por su cumplimiento y tenga plena responsabilidad ante su no observancia.
- Gestión de residuos.
- Estudio, control y plan de calidad de instalaciones (verificación de correcto almacenamiento de materiales en obra, montajes, pruebas, etc.).
- Elaboración de todos los documentos o proyectos específicos que fueran necesarios para la obtención de aquellas licencias, permisos y legalizaciones precisos para la ejecución de la obra y la puesta en marcha, incluidas las licencias de Obras e Instalaciones. Asimismo, se deberán realizar todos los trámites y gestiones necesarios para la consecución de estas licencias, así como llevar a cabo el seguimiento de dichos trámites de modo que la obtención de las licencias se ajuste a la planificación de la obra.
- Tratamiento, seguimiento e informe de las no conformidades detectadas.
- Tratamiento, seguimiento e informe derivados de nuevos requisitos o normativas.
- Colaboración en el seguimiento del proyecto y en la gestión de la calidad del mismo desde el origen, detectando preventivamente desviaciones de plazos y causas para corregirlas o minimizar sus consecuencias.
- Recepción de la obra.

- Elaboración de la documentación de obra terminada.
- Certificado Final de Obra.

#### 4.1.4 Gestión y elaboración de documentación

Gran parte del trabajo a realizar por las empresas seleccionadas consistirá en la **elaboración de documentación** de diversa índole:

- Realización de informes técnicos básicos.
- Análisis de viabilidad técnica, normativas y de productos.
- Realización de pliegos básicos o constructivos.
- Análisis de negocio y de retorno de inversión.
- Análisis de riesgos.
- Realización de documentación del sistema corporativo de calidad (solicitud de concurso, solicitud de contratación, etc.).
- Realización y modificación de planos en Autocad.
- Realización de presupuestos en PRESTO y actualización del precionario.
- Elaboración de inventariado de instalaciones y carga en los sistemas corporativos.
- Actualización de la base documental de sistemas, productos y normativas
- Elaboración de fichas técnicas y actualización del catálogo de sistemas.
- Elaboración de presentaciones e infografías.
- Elaboración e impartición de formación presencial y on-line.
- Actualización en el sistema de Gestión de la Información Topográfica (GIT).
- Modelado Revit de la estación.
- Elaboración de documentación de supervisión de obra.
  - Informes periódicos de avance de trabajos.
  - Procedimientos y documentos recogidos dentro del Plan de Calidad de Ingeniería.
  - Procedimiento para la preparación y seguimiento de los protocolos de pruebas de instalaciones.
  - Procedimiento para la realización de pruebas de recepción de las instalaciones y entrega de documentación.

También se encargará de las labores de **gestión administrativa**, como es la gestión y organización de las tareas que impliquen las actividades de inspección y pruebas en campo anteriormente relacionadas, tales como, petición de permisos para acceder a las instalaciones, dar avisos al Servicio de Seguridad, etc.

##### 4.1.4.1 Auditoría documental

Las instalaciones a legalizar deberán estar documentadas con certificados que acrediten las condiciones de seguridad de los productos, equipos e instalaciones según los reglamentos de seguridad que resulten de aplicación.

Será objeto del alcance de Acuerdo Marco la realización de auditorías de la documentación de “as built” que pueda existir de las instalaciones analizando que se ciñe a lo realmente instalado. En caso de que dicha documentación no se encuentre actualizada en base a las modificaciones que se hayan producido a lo largo del tiempo, la empresa adjudicataria de la legalización deberá levantar nueva documentación incorporando las modificaciones detectadas.

Las empresas que opten dispondrán de técnicos con cualificación adecuada que acrediten mediante su visado y firma que la documentación existente o generada cumple con los requisitos de seguridad que sean de aplicación, generando los siguientes documentos:

- Proyecto técnico o Memoria técnica de la instalación en cuestión, visado a través de colegio profesional competente, que disponga de los siguientes apartados:
  - Memoria con descripción de la instalación.
  - Cálculos.
  - Normativas de diseño utilizadas.
  - Planos de instalación.
  - Especificaciones técnicas de equipos.
  - Certificados de conformidad a norma de equipos.
  - Referencias a pruebas realizadas a la instalación para su puesta en marcha.
  - Referencias a pruebas de mantenimiento.

#### 4.1.4.2 Auditoría de la instalación

Respecto a la documentación existente o generada, según el caso, la empresa encargada de la legalización de la instalación se deberá hacer cargo de:

- Se debe de asegurar que la instalación cumple con los planos, es decir, situación de equipos, cableados, etc.
- Se debe de asegurar que los equipos y los materiales se ajustan a las calidades indicadas en el proyecto.
- Se encargará de la realización de las pruebas que asegure el correcto funcionamiento de la instalación.

Los procesos de auditoría de la documentación y de la instalación darán lugar a la emisión de un informe en la que la empresa encargada del proceso se definirá y establecerán las acciones tanto documentales como de modificación o reposición de la instalación existente que se estima necesario.

#### 4.1.4.3 Proceso administrativo

Dentro del proceso administrativo se encuentra se definen la realización de todos los procesos que la empresa asignada para la legalización de la instalación debe realizar para que esta llegue a buen puerto.

Deberá por tanto encargarse, si procediese, de la contratación de la EICI correspondiente y del pago de sus honorarios, recopilación y presentación de la documentación necesaria y del pago de las tasas necesarias hasta la finalización del proceso según el procedimiento normativo correspondiente a las características particulares de la instalación a legalizar.

## 4.2 TRABAJOS DE SUMINISTRO E INSTALACIÓN

Dentro de las posibles acciones que se pueden demandar en el Acuerdo Marco es la realización de instalaciones y trabajos que se definiesen en los pliegos de licitación que surjan dentro del Acuerdo Marco relacionados con los sistemas de ventilación y climatización en los centros de producción y estacionamiento de material móvil de la Red de Metro de Madrid que se han descrito a lo largo del **punto 3** presente documento y cuyo alcance se definirá en los pliegos de licitación que surgirán dentro de los procesos basados.

Las acciones a realizar en estos sistemas podrán ser tanto trabajos encaminados a la realización de reformas para la mejora o modificación de la instalación existentes de forma que se le puedan dar nuevas funcionalidades o coberturas al sistema, como obras destinadas a la sustitución integral del sistema por obsolescencia tecnológica, o a la incorporación de nuevos sistemas por carencia de ellos, adaptaciones a normativa, etc. Las obras de modificación pueden afectar tanto a los sistemas instalados en campo cómo a las instalaciones centralizadas de gestión corporativa de los que disponen actualmente cada uno de los sistemas y a los distintos elementos de infraestructura de comunicaciones, energía, iluminación e instalaciones PCI que pueden verse afectadas y asociadas a los trabajos de reforma o nueva implantación de los sistemas en cuestión.

De igual forma se deberán realizarán los trabajos de obra civil que se puedan describir en los documentos de licitación que surjan dentro de los basados y que estén asociados a la instalación de los sistemas de ventilación y climatización objeto del alcance.

Dado el carácter de soluciones particularizadas a las ubicaciones que rigen a la hora del diseño de los sistemas de ventilación, climatización y suministro de ACS y que forman parte del objeto principal del suministro del Acuerdo Marco y con objeto de concretar, en la medida de lo posible, los requerimientos técnicos de los equipos objeto de suministros, en el punto 3 del presente documento se presenta un catálogo donde se hace referencia a las características funcionales y técnicas básicas de ámbito general de los sistemas que forman el objeto principal del presente Acuerdo Marco. En cualquier caso, las características técnicas y soluciones tecnológicas a implementar en este tipo de instalaciones, tanto en el caso de las posibles acciones de reforma

y mejora como en las soluciones de nueva implantación, han de ser objeto de análisis, estudios y cálculos específicos y particularizados que solo se pueden afrontar en el momento de redacción de pliegos técnicos de licitación de los procedimientos basados.

Determinados trabajos dentro del alcance de los basados, como los de instalaciones eléctricas o los de sistemas de climatización, deberán ser ejecutados por empresas y/o personales autorizados y/o cualificados para la instalación de estos elementos. En consecuencia, los pliegos de licitación que surjan dentro del alcance de los basados exigirán las certificaciones que se consideren oportunas para la correcta ejecución de los trabajos.

### 4.3 OBRA CIVIL

Dentro del ámbito de la obra civil, los contratos basados en este Acuerdo Marco consistirán en la ejecución de obras dentro de los recintos de cocheras y talleres de Material Móvil de Metro de Madrid, tanto de nueva ejecución como de remodelación, refuerzo o mejora de las instalaciones existentes:

- **Obras auxiliares para mejora de la ventilación o extracción.**

En general, cualquier obra auxiliar asociada a la instalación de nuevos equipamientos que requiera de nuevos espacios, modificaciones o refuerzos de las estructuras existentes.

A modo de ejemplo, los trabajos de obra civil objeto de este acuerdo marco se pueden englobar en:

- **Mejora o implantación de los cerramientos de las naves existentes, aislamientos e impermeabilizaciones**
- **Obras de arquitectura de interiores o exteriores**

En general, cualquier actuación que se pueda llevar a cabo dentro del ámbito de las cocheras y talleres de material móvil, bien sea de nueva ejecución como de adaptación o mejora de las instalaciones existentes, así como cualquier actuación adicional que pueda requerir la implantación de nuevas equipaciones.

Los adjudicatarios del acuerdo marco en materia de obra civil tienen la obligación de:

- Ejecutar la obra con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable y a las instrucciones del director de obra, a fin de que ésta alcance la calidad exigible.
- Tener, en su caso, la titulación o capacitación profesional que habilite para el cumplimiento de las condiciones exigibles.
- Designar al jefe de la obra, o en su defecto a la persona, que asumirá la representación técnica del constructor en la obra y que por su titulación o experiencia deberá tener la capacitación adecuada de acuerdo con las características y la complejidad de la obra.
- Asignar a la obra los medios humanos y materiales necesarios y adecuados para la ejecución del contrato basado.
- Formalizar las subcontrataciones de determinadas partes o instalaciones de la obra dentro de los límites establecidos en el contrato.
- Elaborar la documentación que recoja la obra ejecutada.
- Suscribir y firmar el acta de replanteo de la obra y el acta de recepción de la obra.
- Organizar los trabajos de construcción, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Elaborar, en su caso, la propuesta técnica o el diseño necesario para la implementación de las actuaciones requeridas.
- Elaborar el plan de seguridad y salud de la obra en aplicación del estudio correspondiente y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.

#### **4.4 TRABAJOS DE ENERGÍA PARA SUBSISTEMAS EN DEPÓSITOS, COCHERAS, TALLERES Y OFICINAS DE MANTENIMIENTO DE MATERIAL MÓVIL**

Para los trabajos de energía se tendrá en cuenta todo lo especificado en el REBT (reglamento electrotécnico de baja tensión) así como los aspectos reflejados en el anexo I para trabajos de

energía. Se incluyen por lo tanto en el acuerdo marco todos los trabajos de instalación y legalización al respecto.

## 5. NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

El Adjudicatario se compromete a realizar los trabajos teniendo en cuenta el cumplimiento de las normas vigentes en METRO, las cuales deberán hacer conocer a su personal responsable de la obra.

Estas normas, que se recogerán oportunamente, son las siguientes:

- Normas maniobras de corte y reposición Instalaciones Eléctricas.
- Normas para la seguridad de los agentes en relación con la circulación.
- Procedimiento de homologación de conductores de empresas externas.
- Normas maniobras de corte y reposición Alta Tensión.
- Evaluación general de riesgos de lugares de trabajo.
- Manual de estilo para las comunicaciones establecidas con trenes y vehículos.

### 5.1.1 Horarios y limitaciones en los trabajos de instalación

Los trabajos en una zona sin servicio no se verán afectados por limitación de horario, sin embargo, en los trabajos a efectuar en los tramos en explotación, el Adjudicatario tendrá que realizar necesariamente los trabajos teniendo en cuenta lo siguiente:

#### Trabajos en Depósitos:

Los trabajos dentro de depósitos y naves de mantenimiento podrán realizarse en jornadas normales de 8 horas, incluso en horario diurno, pero siempre adaptándose a los horarios de producción de los mismos a fin de que no afecten a estos.

En caso de que dichos trabajos puedan afectar al proceso productivo, deberá preverse que el horario estará limitado desde las 2 h hasta las 5:30 h de la mañana.

#### Solicitud de trabajos:

Todos los trabajos que afecten a algún servicio de explotación deberán ser programados y autorizados explícitamente por Metro.

El Adjudicatario solicitará por escrito la programación de los trabajos a la Dirección Facultativa, debiendo ser programados con el tiempo de antelación que la Dirección Facultativa indique.

Por razones del Servicio de Mantenimiento, y otras causas, se podrán suspender trabajos programados, o bien acortar los períodos disponibles, no admitiéndose reclamación alguna por parte del Adjudicatario.

## 6. NORMATIVAS Y REFERENCIAS, DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS

Las obras objeto del presente contrato se llevarán a efecto mediante la plena observancia y cumplimiento de todas las disposiciones jurídicas vigentes, actuales y futuras, que afecten a los trabajos, ya se trate de normas, reglamentaciones, ordenanzas, Instrucciones o cualquier otro rango, y tanto tengan carácter o ámbito europeo, nacional, autonómico o local.

En general, serán de aplicación cuantas prescripciones figuren en las Normas, Instrucciones o Reglamentos Oficiales que guarden relación con los trabajos a realizar o con sus instalaciones complementarias y que se hallen en vigor en España en el momento de ejecutarlos.

El Adjudicatario está obligado al cumplimiento de todas las instrucciones o normas promulgadas por la Administración que tengan aplicación en los trabajos a realizar que surjan en a juicio de la Dirección del Servicio de METRO.

### Normas de calidad

<b>UNE 21302-91/2M o equivalente</b>	Vocabulario electrotécnico. Confiabilidad y calidad de servicio.
<b>ISO 9001 o equivalente</b>	Sistemas de Calidad – Modelo para el aseguramiento de la calidad en el diseño, desarrollo, producción, instalación y servicio.
<b>UNE-EN 157001 o equivalente</b>	Criterios generales para la elaboración de proyecto
<b>ISO 14001 o equivalente</b>	Gestión Medioambiental

*Tabla 1: Normativa de Calidad*

También deberán cumplirse todas aquellas que afecten directa o indirectamente a las instalaciones de protección contra incendios, incluyendo normas UNE / EN o equivalentes aplicables y de obligado cumplimiento.

Todas las prescripciones y especificaciones técnicas que se formulen en el presente pliego por referencia a cualesquiera de las tipologías normativas recogidas por el artículo 60.3 b) de la Directiva 2014/25/UE, de 26 de febrero, sobre Contratación Pública, habrán de entenderse hechas también a sus equivalentes, correspondiendo al licitador acreditar dicha equivalencia en la forma establecida en el artículo 60.5 de la mencionada Directiva.

## **6.1 BIBLIOGRAFÍA**

Sin referencias a destacar.

## **6.2 OTRAS REFERENCIAS**

Sin referencias a destacar.

## **7. PRESENCIA DE AMIANTO**

Los trabajos asociados a este Acuerdo Marco, en el caso de la aparición de algún material sospechoso de contener amianto, incluyen la obligatoriedad de cumplir las siguientes consideraciones.

Los trabajos que puedan surgir de este Acuerdo Marco, en caso de estar contemplado en el presupuesto de los contratos basados se llevarán a efecto mediante la plena observancia y cumplimiento de todas las disposiciones jurídicas vigentes, actuales y futuras, que afecten a dichos trabajos, ya se trate de normas, reglamentaciones, ordenanzas, instrucciones o cualquier otro rango, y tanto tengan carácter o ámbito europeo, nacional, autonómico o local. A continuación, se indican algunas:

- Ley 31/1995.
- Real Decreto 396/2006.
- Guía Técnica del INSHT “Para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición al amianto”.
- NTP 1021.
- Guía divulgativa del INSHT “Formación y entrenamiento de los trabajadores con riesgo de exposición a amianto”.
- IG-12 . Instrucción general 12 de Metro de Madrid.

Este Pliego incluye la obligatoriedad de realizar en tiempo y forma todas las gestiones necesarias para la correcta realización de los trabajos, haciendo énfasis en aquellas, en caso de ser

preceptivo, relacionadas con la preparación del Plan de Desamiantado, su presentación ante la Autoridad Laboral con antelación suficiente y el seguimiento de la aprobación del mismo. En las condiciones que define la Normativa aplicable, no se podrán realizar los trabajos sin la aprobación oficial de esta documentación.

De manera específica, se citan las siguientes características de los trabajos que podrían realizarse:

- Por las características de este material, es obligado que la manipulación del mismo y el traslado y gestión del material a vertedero se efectúen con arreglo a la Normativa relativa a la Seguridad en los trabajos con Riesgo de Amianto, estableciendo a la vez las condiciones de seguridad requeridas en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Será necesario por parte del contratista la acreditación de que su empresa se encuentra inscrita en el registro de empresas con riesgo de amianto (R.E.R.A) conforme a lo regulado en el Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo. y disponer de personal especialmente formado para la ejecución de dichos trabajos.
- La empresa que realice los trabajos de desamiantado redactará, siempre que así lo indique la normativa vigente, un Plan que analice, estudie y desarrolle las condiciones de seguridad para la retirada de los materiales con amianto. Este Plan de Trabajo, Seguridad y Salud tendrá por objeto determinar los posibles riesgos en la ejecución de los trabajos, en general y el particular de manipulación de fibras de amianto; estudiará en consecuencia, que medidas de prevención y seguridad se deben adoptar, precisando:
  - Las normas de seguridad y salud aplicables a los trabajos.
  - La identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias.
  - Relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse, especificando las medidas preventivas a tomar.
  - Medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir riesgos valorando su eficacia, en especial cuando se propongan otras medidas alternativas.
  - Previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.
  - Se deberá garantizar la salud e integridad de los trabajadores, identificando las situaciones de peligro, detectando a tiempo los riesgos específicos en cada fase de trabajo, para definir y adoptar las medidas de seguridad y de protección, teniendo como objetivo reducir los riesgos en el trabajo.
  - Su aplicación será vinculante para todo el personal propio de la empresa contratada para la ejecución de los trabajos y el dependiente de otras empresas

subcontratadas por ésta, si las hubiese, para realizar sus trabajos en el interior del recinto de la obra, con independencia de las condiciones contractuales que regulen su intervención en la misma.

## 8. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

A continuación, se desarrolla un glosario de términos que aparece a lo largo de este PPT con el objetivo de ayudar a comprender al lector terminologías utilizadas en el presente documento.

Acrónimo	Significado	Objeto
ACS	Agua Caliente Sanitaria	Sistema de producción de agua caliente destinada a procesos sanitarios de personas.
CAU	Centro de Atención al usuario	Servicio para la recepción de incidencias por parte de la empresa adjudicataria.
CCTV	Circuito Cerrado de Televisión	Sistema que permite la visualización y grabación de centralizada de imágenes de video.
CTE	Centro de Tecnologías de la Estación	Centro de Homologación y Prototipado de los sistemas englobados en el proyecto de Estación 4.0
ISO	International Standarization Organization (Organización Internacional de Normalización)	Organismo encargado de promover el desarrollo de normas internacionales de fabricación (tanto de productos como de servicios), comercio y comunicación para todas las ramas industriales a excepción de la eléctrica y la electrónica. Su función principal es la de buscar la estandarización de normas de productos y seguridad para las empresas u organizaciones (públicas o privadas) a nivel internacional.
METTA	Máquina Expendedora de Títulos de Transporte Automática	Máquina automática utilizada para la venta de títulos de transporte de METRO
MTE	Maquinista de Tracción Eléctrica	Personal operativo en Metro encargado de la conducción de material móvil ferroviario.
PCI	Protección Contra Incendios	Sistema activo de protección contra incendios
PCIV	Plataforma Centralizada de Información al viajero	Plataforma Centralizada para la emisión de mensajes multimedia a los usuarios de Metro.

Acrónimo	Significado	Objeto
PPT	Pliego de Prescripciones Técnicas	Conjunto de documentos que define las características generales de un producto, obra, instalación servicio o software.
SIV	Sistema de Información al Viajero	Sistema tipo PLC que gestiona un subsistema cómo
TCE	Telecontrol de Centralizado de Estaciones	Sistema que permite la telegestión y centralización de los sistemas inteligentes de estación.
TCP	<i>Transmission Control Protocol</i> (protocolo de control de transporte)	Protocolo de transporte fiable, ordenado y libre de errores entre aplicaciones que se ejecutan sobre redes de comunicación IP.
TCM	Telecontrol Móvil	Sistema que permite la telegestión y centralización de los sistemas inteligentes de estación mediante terminales móviles.
TFT	<i>Thin Film Transistor</i> (transistor de película delgada)	Tecnología de semiconductor para la producción de pantallas digitales.
IP	<i>Internet Protocol</i> (protocolo internet)	Protocolo de red usado en TCP/IP.
UNE-EN ISO	Una Norma Española – European Norm (Norma europea) – <i>International Standardization Organization</i> (Organización Internacional de Normalización)	Normas AENOR que son estándares europeos e internacionales.
UM	Unidad Maestra	Dispositivo electrónico industrial que actúa como elemento central de control de un sistema de adquisición de datos y control
UR	Unidad Remota	Dispositivo electrónico industrial que permite controlar un determinado número de entradas/salidas y enviarlas a un sistema de control superior, generalmente un PLC o directamente a un SCADA
VAPE	Venta Automática por Pago Electrónico	Máquina automática utilizada para la venta de títulos de transporte de METRO que sólo admite pago electrónico.

Tabla 2: Abreviaturas y definiciones.

## 9. CONSIDERACIONES GENERALES

Se deberá tener en cuenta lo indicado en el ANEXO I para trabajos de energía para subsistemas en depósitos, cocheras, talleres y oficinas de mantenimiento de material móvil.

Para las máquinas será necesario que el contratista certifique las mismas, a través de una empresa acreditada por la ENAC (en inspección industrial en maquinaria en uso o acreditada en RD 1215/97 por ENAC o ser organismo notificado NANDO de la EU en 2006/42/EC Machinery\*), según los Anexos I y II del RD 1215/1997 o equivalente, en su último estado de revisión. El contratista se hará cargo de las modificaciones que haya que realizarle a la máquina para cumplir con las normativas que se le apliquen, incluido el RD 1215.

Será por lo tanto el contratista a través de una empresa acreditada por ENAC quien deba elaborar / firmar el RD1215/97 en sus anexos I y II.

Los licitadores de cada contrato basado identificarán si la/s máquinas son del alto riesgo y realizarán las actuaciones normativamente necesarias para realizar el marcado CE. En particular se tendrá en cuenta que para **máquinas de alto riesgo** según **Anexo IV del RD 1644/08** podrían existir máquinas que, por sus características técnicas, el marcado CE requiera una de las siguientes vías:

- Contactar con un organismo notificado (organismo notificado en la UE (NANDO) en la 2006/42/EC Machinery) que evalúe el contenido del expediente técnico y certifique que el fabricante cumple con lo establecido en la Directiva.
- Que el fabricante garantice que cumple con lo establecido en la(s) norma(s) armonizada(s) que a su máquina le aplica.

Cualquier útil o utillaje relativo a los suministros del acuerdo marco podrá ser objeto de este suministro y deberá tenerse en cuenta para el diseño de los mismos, así como para su certificación según RD 1215/1997 Anexo I y II y RD 1644/08

Será igualmente de aplicación toda la normativa interna incorporada en la IG-01 (se incluye extracto en anexo II) así como toda la normativa necesaria vigente.

Por otro lado, en las FAT si se definen la documentación de los contratos basados, o pruebas de aceptación en fábrica, Metro de Madrid o una asistencia técnica que considere oportuna podrá estar presente en dichas pruebas.

Todas las instalaciones y actuaciones complementarias que se necesiten desde los puntos de suministro a los equipos (bornes de conexión en cuadros eléctricos, conexión a la red neumática, conexión a la red hidráulica y accesorios necesarios, etc.), incluyendo mangueras, cableados y protecciones eléctricas de cabecera en el cuadro de fuerza y locales en el propio banco de prueba. La documentación técnica de cada contrato basado se realizará teniendo en cuenta todos los aspectos de coordinación globales necesarios.

Por otro lado, de manera general, se debe fomentar que los repuestos a utilizar en las máquinas sean comerciales y normalizados.

Para la convocatoria de los posteriores contratos basados del presente Acuerdo Marco, se adjuntarán Pliegos Técnicos específicos, más completos y con más detalle en los alcances y requerimientos, con los que poder presentar una oferta para la adjudicación de los mencionados contratos basados.

Utilizando como referencia el Plan de mantenimiento de las máquinas se entregarán las Gamas de mantenimiento para cada periodicidad que incluyan ciclo, consistencias, repuestos (con códigos), herramientas específicas, EPI's necesarias y normativa aplicada, indicando la frecuencia temporal (días, semanas, meses, años, etc.) de las intervenciones y la consistencia de las mismas y compromiso de entrega de instrucciones operativas preventivas y de seguridad para la utilización de la máquina.

Por otro lado y en cuanto a los repuestos se fomentará el uso de repuestos y materiales comerciales.

## Anexo I: ANEXO\_INSTALACIONES\_ENERGIA

Se incluye como documento específico de manera independiente.



## Anexo II: extracto IG-01

	<b>ADQUISICIÓN, FABRICACIÓN Y MODIFICACIÓN DE EQUIPOS DE TRABAJO</b>	<b>Área de Prevención y Salud Laboral</b>
---	--	---

## 6.2. REQUISITOS MÍNIMOS

Deberá tenerse en cuenta, cuando haya que adquirir un equipo que, en la mayoría de los casos, éste debe cumplir con los siguientes requisitos:

- "Marcado CE". Estar marcado con las indicaciones sobre el equipo y fabricante. Ver artículo 16 del R.D. 1644/2008
- "Declaración CE de conformidad". Ver anexo II, parte 1, sección A del R.D. 1644/2008.

**NOTA 1:** Existen casos particulares de equipos que no requieren marcado ni declaración de conformidad. Ver en el apartado 6.3 del presente documento.

**NOTA 2:** El conjunto de equipos que forman una instalación, además del marcado "CE" y la Declaración de Conformidad CE de los equipos individuales, deberá tenerse del conjunto completo o en su defecto el Certificado de adecuación al Real Decreto 1215/97.

- Manual de instrucciones en castellano, o bien, una traducción del manual original indicando este hecho. Ver apartado 1.7.4 del anexo I del Real Decreto 1644/2008.
- Requisitos complementarios. Además de los requisitos esenciales anteriormente citados, existen algunos equipos que deben cumplir unos requisitos de fabricación complementarios que deben ser reflejados en la información que debe suministrar el fabricante. Para más detalles ver anexo I y IV del R.D 1644/2008:

⇒ Anexo I: Requisitos esenciales de seguridad y de salud relativos al diseño y la fabricación de las máquinas:

- ✓ Punto 2. Requisitos esenciales complementarios de seguridad y de salud para algunas categorías de máquinas, apartados (2.2 y 2.3)
- ✓ Punto 3. Requisitos esenciales complementarios de seguridad y de salud para neutralizar los peligros debidos a la movilidad de las máquinas
- ✓ Punto 4. Requisitos esenciales complementarios de seguridad y de salud para neutralizar los peligros derivados de las operaciones de elevación.
- ✓ Punto 5. Requisitos esenciales complementarios de seguridad y de salud para las máquinas destinadas a trabajos subterráneos.
- ✓ Punto 6. Requisitos esenciales complementarios de seguridad y de salud para las máquinas que presentan peligros particulares debidos a la elevación de personas.

Código: IG-01	Revisión 2	Fecha Edición: Noviembre 2018	Página 10 de 14
---------------	------------	-------------------------------	-----------------



	<b>ADQUISICIÓN, FABRICACIÓN Y MODIFICACIÓN DE EQUIPOS DE TRABAJO</b>	<b>Área de Prevención y Salud Laboral</b>
---	--	---

⇒ Anexo IV: Categorías de máquinas a las que deberá aplicarse uno de los procedimientos contemplados en el artículo 12, apartados 3 y 4

- Comprobaciones adicionales. Aquellos equipos de trabajo, cuya seguridad dependa de sus condiciones de instalación, que se monten en un nuevo lugar o emplazamiento, deberán someterse a las comprobaciones necesarias que aseguren el cumplimiento de las disposiciones de seguridad y salud. Estas comprobaciones deberán realizarse tras su instalación y antes de la puesta en marcha y deberán ser realizadas por personal competente.

También deberán realizarse este tipo de comprobaciones, en aquellos equipos sometidos a influencias susceptibles de ocasionar deterioros que puedan generar situaciones peligrosas; en especial, cuando se hayan producido acontecimientos excepcionales, tales como transformaciones, accidentes, fenómenos naturales o falta prolongada de uso. Estas comprobaciones pueden ser desde pruebas periódicas (pruebas de carga en puentes grúa, polipastos...) a la revisión completa del anexo I del Real Decreto 1215/97, si fuera necesario, y deberán ajustarse a lo dispuesto en la normativa específica que les sea de aplicación. Los resultados de estas comprobaciones deberán documentarse y estar a disposición de la autoridad laboral durante toda la vida útil del equipo.

### 6.3. EQUIPOS QUE NO REQUIEREN MARCADO CE

Los productos comercializados para los que no existe una normativa específica que regule su seguridad les es de aplicación el Real Decreto 1801/200, de 26 de diciembre, sobre seguridad general de los productos. Entre otras cosas en su artículo 3, establece los criterios a emplear para determinar si un equipo es seguro. Para los equipos que sí cuenten con normativa específica que regule su seguridad, el citado real decreto sólo será de aplicación, con carácter supletorio, a aquellos riesgos o aspectos no regulados por dicha normativa.

En estos casos, se deberán adquirir aquellos productos o equipos que estén fabricados de acuerdo a Normas Técnicas o disposiciones reglamentarias que les sean de aplicación.

En cualquier caso, estos equipos deberán cumplir el Real Decreto 1215/97, y disponer de manual de instrucciones del fabricante en cuanto a su utilización y mantenimiento.

En aquellos casos en los que pudiera existir duda, sobre los requisitos de seguridad que debe cumplir un equipo, se deberá consultar con el Área de Prevención y Salud Laboral.

A continuación, se citan algunos de estos equipos y la normativa que deben cumplir.

Código: IG-01	Revisión 2	Fecha Edición: Noviembre 2018	Página 11 de 14
---------------	------------	-------------------------------	-----------------

