

**SERVICIOS DE INSPECCIÓN, VIGILANCIA Y APOYO PARA
LOS PROYECTOS Y OBRAS DE INSTALACIONES DE
VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN**



CONTROL DOCUMENTAL:

Autor del Proyecto:	Dña. M. Pilar Solano Navas	
Director del Proyecto:	D. Fco. Javier Jiménez	
Director Técnico:	D. Dionisio Izquierdo Bravo	
Edición	Fecha	Nº Actividad
Ed.0	28-11-2020	IO_20-125V

ÍNDICE

1.	ANTECEDENTES	6
2.	OBJETIVO	7
3.	DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES	9
3.1	VENTILACIÓN.....	10
3.1.1	CRITERIOS DE DISEÑO GENERALES DE VENTILACIÓN EN ESTACIONES Y TÚNELES.....	11
3.1.2	INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN TIPO EN ESTACIONES.....	13
3.1.3	DEPENDENCIAS (PUESTOS DE MANDO, SALAS MULTIFUNCIONALES, ETC.).....	16
3.1.4	INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN TIPO EN TÚNELES	17
3.1.5	CONTROL DE HUMOS (DESENFUMAGE) Y VENTILACIÓN DE ESPACIOS COMERCIALES	18
3.1.6	PRESURIZACIÓN DE SALIDAS DE EMERGENCIA.....	22
3.2	CLIMATIZACIÓN	24
3.2.1	CLIMATIZACIÓN DE ESPACIOS COMERCIALES.....	24

SERVICIOS DE INSPECCIÓN, VIGILANCIA Y APOYO PARA LOS PROYECTOS Y OBRAS DE
INSTALACIONES DE VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN

ÁREA DE INGENIERÍA DE INSTALACIONES

SERVICIO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN

3.2.2	REFRIGERACIÓN DE CUARTOS TÉCNICOS.....	26
3.2.3	CALEFACCIÓN INDUSTRIAL.....	27
3.2.4	AGUA CALIENTE SANITARIA (ACS).....	29
4.	ALCANCE	31
4.1	ACTUACIONES CONCRETAS	31
4.2	ACTIVIDADES GENÉRICAS	32
4.2.1	INSPECCIONES EN CAMPO	32
4.2.2	PRUEBAS.....	33
4.2.3	SUPERVISIÓN DE OBRA	33
4.2.4	GESTIÓN Y ELABORACIÓN DE DOCUMENTACIÓN.....	35
4.2.5	SIMULACIONES.....	36
4.2.6	LEGALIZACIÓN	36
5.	NORMAS Y REFERENCIAS DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS	37
6.	DEFINICIONES Y ABREVIATURAS	39
7.	CONDICIONES DE LA PRESTACIÓN	40
7.1	CONDICIONES DE LICITACIÓN.....	40
7.2	EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	40
7.2.1	JORNADA LABORAL Y LUGAR DE REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS.....	40
7.3	COMPOSICIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO	41
7.3.1	MODIFICACIONES EN LA COMPOSICIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO IMPUTABLES AL ADJUDICATARIO	41
7.3.2	MODIFICACIÓN EN LA COMPOSICIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO REQUERIDO POR METRO.....	42
7.3.3	TRABAJOS DE SIMULACIÓN.....	42

7.4	PLANIFICACIÓN, DIRECCIÓN, SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LOS TRABAJOS	42
7.4.1	PLANIFICACIÓN Y DIRECCIÓN.....	42
7.4.2	SEGUIMIENTO Y CONTROL.....	43
7.5	PLAN DE CALIDAD	44
7.6	PROPIEDAD INTELECTUAL	44
8.	VIGENCIA DEL CONTRATO	45
9.	GARANTÍA	45
10.	PRESUPUESTO	45

ÍNDICE DEL TABLAS

Tabla 1: Normativa Legistalación General.....	37
Tabla 2: Normativa Calidad	38
Tabla 3: Normativa Instalaciones Térmicas de Confort	38
Tabla 4: Relación de acrónimos.....	40
Tabla 5: Relación de partidas	46

ÍNDICE DEL FIGURAS

Figura 1: Esquema de servicios	9
Figura 2 Ventilador	11
Figura 3 Esquema de diseño-funcionamiento de ventilación	12
Figura 4 Esquema del sistema de ventilación – sinóptico.....	13
Figura 5 Esquema de diseño de ventilación adiabática	14

SERVICIOS DE INSPECCIÓN, VIGILANCIA Y APOYO PARA LOS PROYECTOS Y OBRAS DE
INSTALACIONES DE VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN

ÁREA DE INGENIERÍA DE INSTALACIONES

SERVICIO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN

Figura 6 Ventilador de estación	15
Figura 7 Toberas de ventilación en estación	16
Figura 8 Distribución de conductos de ventilación	17
Figura 9 Ventiladores instalados en túneles de interestación	18
Figura 10 Esquema funcional-diseño del sistema de desenfumado	20
Figura 11 Pruebas de humos en local comercial	21
Figura 12 Conducto y compuertas de extracción de humos	22
Figura 13 Esquema funcional-diseño del sistema de presurización en salida de emergencia de estación	24
Figura 14 Ventiladores de extracción y elementos de control del sistema de presurización en salida de emergencia.....	25
Figura 15 Unidades exteriores de climatización.....	25
Figura 16 - Equipos de refrigeración en cuartos técnicos	27
Figura 17 Elementos del sistema de calefacción por radiación en depósito	28
Figura 18 Elementos del sistema de calefacción por convección en depósito	29
Figura 19 Placas solares térmicas y visualización de control	30

1. ANTECEDENTES

Dentro de los sistemas que se gestionan desde el Área de Ingeniería de Instalaciones tiene relevada importancia los sistemas encaminados a los procesos de renovación de aire en la Red de explotación y a los elementos encaminados a asegurar las condiciones de temperatura y confort tanto de las estancias a usuarios, oficinas y recintos para personal y como en 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 y climatización como:

- Reforma de la ventilación de túnel de Línea 1 entre las estaciones de Plaza Castilla – Portazgo.
- Implementación de ventilación de andén en estaciones de Línea 1 que actualmente carecen de ello.
- Reforma de la ventilación de túnel de Línea 5.
- Implementación de ventilación de andén en estaciones de Línea 5 que actualmente carecen de ello.
- Reforma de ventilación de andén en estaciones de Línea 6.
- Implementación de ventilación de andén en estaciones que actualmente carecen de ello y que serán objeto de reforma dentro del Plan de Accesibilidad y Reforma de Estaciones de acciones.
- Procesos de reforma de sistemas de climatización en cuarto técnicos de estaciones objeto de reforma dentro del Plan de Accesibilidad y Reforma de Estaciones.

SERVICIOS DE INSPECCIÓN, VIGILANCIA Y APOYO PARA LOS PROYECTOS Y OBRAS DE INSTALACIONES DE VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN

ÁREA DE INGENIERÍA DE INSTALACIONES

SERVICIO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN

- Reforma en sistemas de CPD en centros de control centralizados de Alto de Arenal y Puerta del Sur.
- Acciones de mejora en instalaciones de climatización y ventilación para la implementación de sistemas de higienización del aire.
- Planes de renovación de equipos de climatización en cuartos técnicos de estaciones, depósitos y oficinas.
- Plan de reforma e implementación de sistemas de presurización en salidas de emergencia.
- Reformas en depósitos y talleres de mantenimiento.
- Planes de ampliación de la Red de Metro de Madrid.

En general se trata de trabajos de gran calado donde se prevén acciones que precisarán de un fuerte repunte de los 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.

2. OBJETIVO

El Servicio de Ingeniería de Sistemas de Explotación, en adelante SISE, de Metro de Madrid, presta un amplio catálogo de servicios a un conjunto heterogéneos de clientes. Las principales funciones desarrolladas son:

- Proyectos y Estudios I+D+I.
- Dirección y Ejecución de Obras.
- Elaboración y participación en concursos de licitación, estudio de las ofertas y adjudicación de contratos de instalaciones.
- Cumplimiento/Gestión/ Elaboración de los Planes de Inversión.
- Desarrollo/Seguimiento/Gestión del Sistema de Gestión de Calidad.
- Diseños de sistemas y homologaciones.

SERVICIOS DE INSPECCIÓN, VIGILANCIA Y APOYO PARA LOS PROYECTOS Y OBRAS DE INSTALACIONES DE VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN

ÁREA DE INGENIERÍA DE INSTALACIONES

SERVICIO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN

- Creación de grupos de trabajo para evaluar y proponer la implantación de instalaciones basadas en tecnologías, que permitan una mayor calidad de transporte, disponibilidad y prestaciones, junto con unos menores costes de mantenimiento.
- Colaboración en el diseño y mantenimiento de aplicaciones informáticas asociados a los sistemas de explotación y misión crítica.
- Colaboración con los trabajos desarrollados por los otros Servicios que forman parte del Área de Ingeniería de Instalaciones.
- Realización de representaciones gráficas, animaciones y aplicaciones específicas.
- Consultas y solicitudes técnicas incluyendo soporte de nivel 3 (N3) a incidencias.
- Elaboración de documentación técnica asociada a instalaciones (Normas Técnicas, Fichas Técnicas, Protocolos de pruebas de instalaciones, etc.).
- Soporte técnico para medios de comunicación (revistas, Internet, foros, etc.).
- Evaluación de proveedores y productos.
- Planes de formación.
- Archivo, gestión y mantenimiento de toda la documentación asociada a todas estas actividades.
- Auditorias técnicas de instalaciones de explotación, control y telecomunicaciones.
- Consultoría para clientes internos, externos y organismos oficiales.
- Desarrollo de ofertas técnicas para proyectos internacionales.
- Análisis de Fiabilidad, Disponibilidad, Mantenimiento y Seguridad (RAMS).

En el esquema siguiente se refleja la multitud de relaciones técnicas, operativas y comerciales que el Servicio de Ingeniería de Sistemas de Explotación establece con diferentes clientes y colaboradores:

SERVICIOS DE INSPECCIÓN, VIGILANCIA Y APOYO PARA LOS PROYECTOS Y OBRAS DE INSTALACIONES DE VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN

ÁREA DE INGENIERÍA DE INSTALACIONES

SERVICIO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN

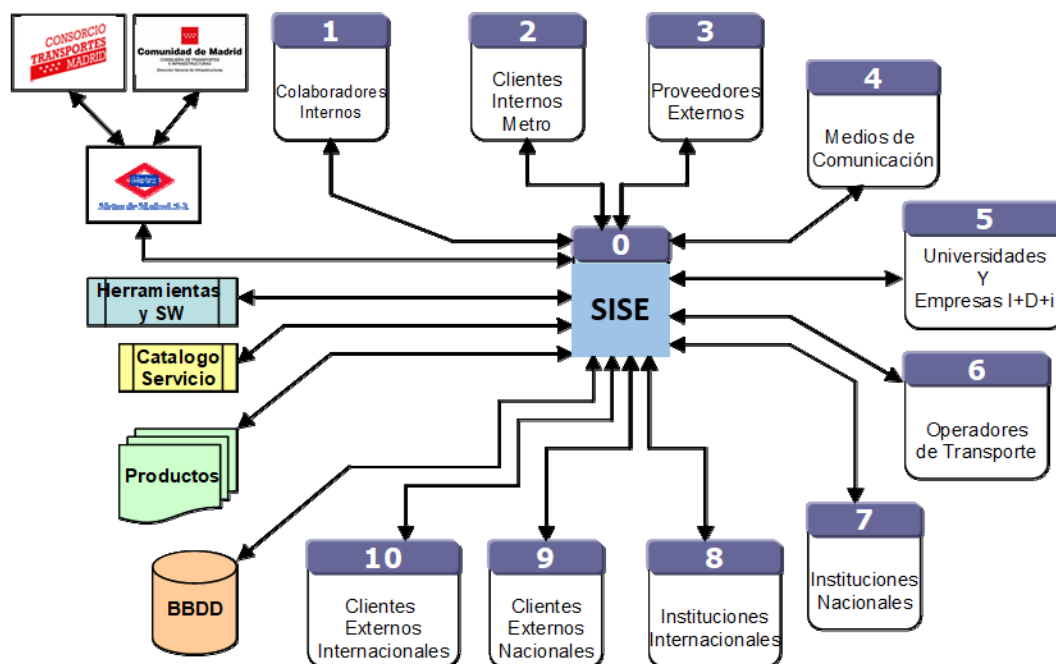


Figura 1: Esquema de servicios

El objeto de esta licitación es la contratación de servicios profesionales externos que ayuden al SISE a absorber la actual carga de trabajo para la realización de las tareas antes mencionadas y lograr prestar un servicio de calidad de ingeniería en los plazos exigidos por los clientes.

3. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

A lo largo del presente punto se realiza una breve descripción de los sistemas e instalaciones de climatización y ventilación que se pueden ver en Metro de Madrid.

Esta descripción se realiza con el ánimo de aportar información a los licitadores de las características de las instalaciones de las que están dotadas las estaciones objeto de reforma y objeto por tanto de las tareas de ingeniería que el presente pliego licita.

Se llama la atención, de que el abanico de antigüedad y características de los sistemas existentes en la Red, puede no ser un fiel reflejo de lo descrito. Por esta circunstancia, la información descrita en el presente punto y siguientes, debe tomarse como orientativa y en ningún caso puede ser tomada por la empresa adjudicataria como justificación a la hora de reclamación alguna de sobre costes económicos o falta de cobertura técnica en el contrato en caso de discrepancias entre el sistema descrito y lo existente en la explotación.

3.1 VENTILACIÓN

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, situados en los pozos de interestación, al objeto de obtener velocidades en túnel del orden de los 1,3 m/s.



Figura 2 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.

SERVICIOS DE INSPECCIÓN, VIGILANCIA Y APOYO PARA LOS PROYECTOS Y OBRAS DE INSTALACIONES DE VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN

ÁREA DE INGENIERÍA DE INSTALACIONES

SERVICIO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN

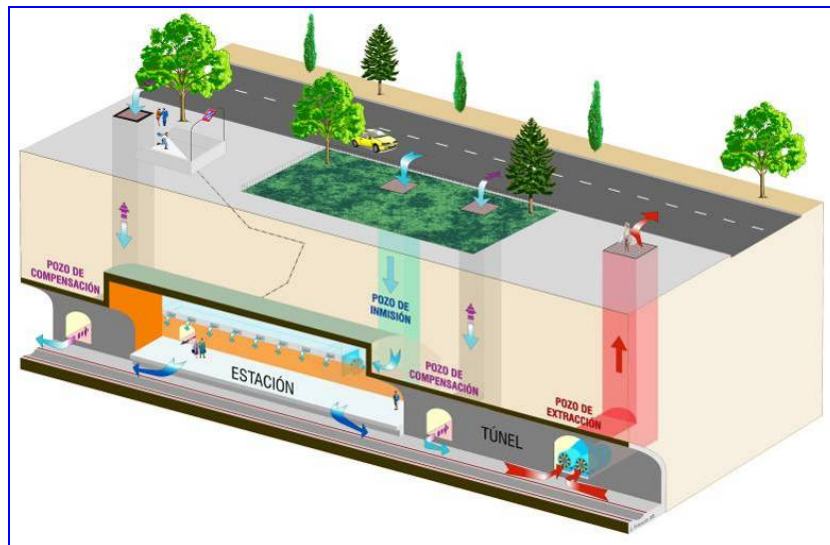


Figura 3 Esquema de diseño-funcionamiento de ventilación

En los pozos de inyección 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

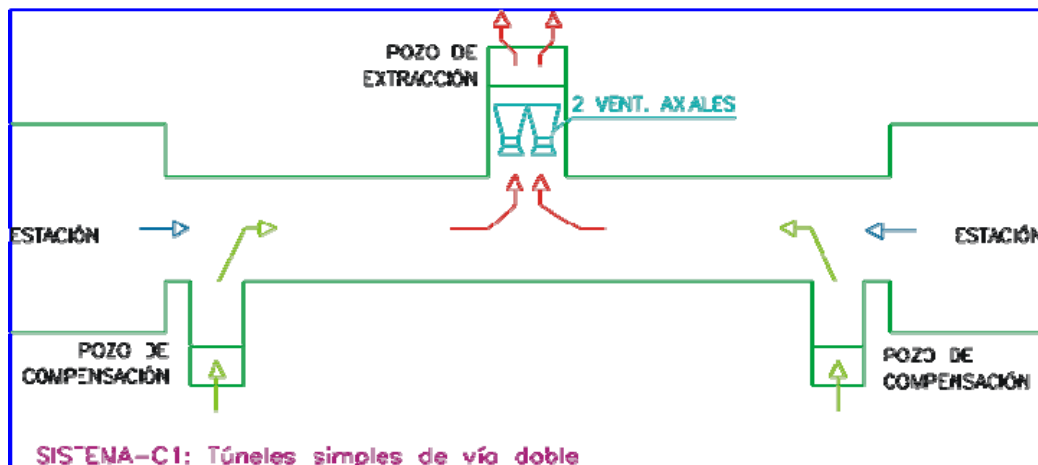


Figura 4 Esquema del sistema de ventilación – sinóptico

En los túneles de doble vía, la ubicación de los pozos de extracción se realizan 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 \varnothing 1.800 mm, de 2 velocidades con un caudal de 180.000 / 240.000 m³/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 \varnothing 1.400 mm, de ejecución mural, de 2 velocidades con un caudal de 45.000 / 90.000 m³/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 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 m³/h con una presión estática de 450 Pa.
- Baja velocidad: 45.000 m³/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).

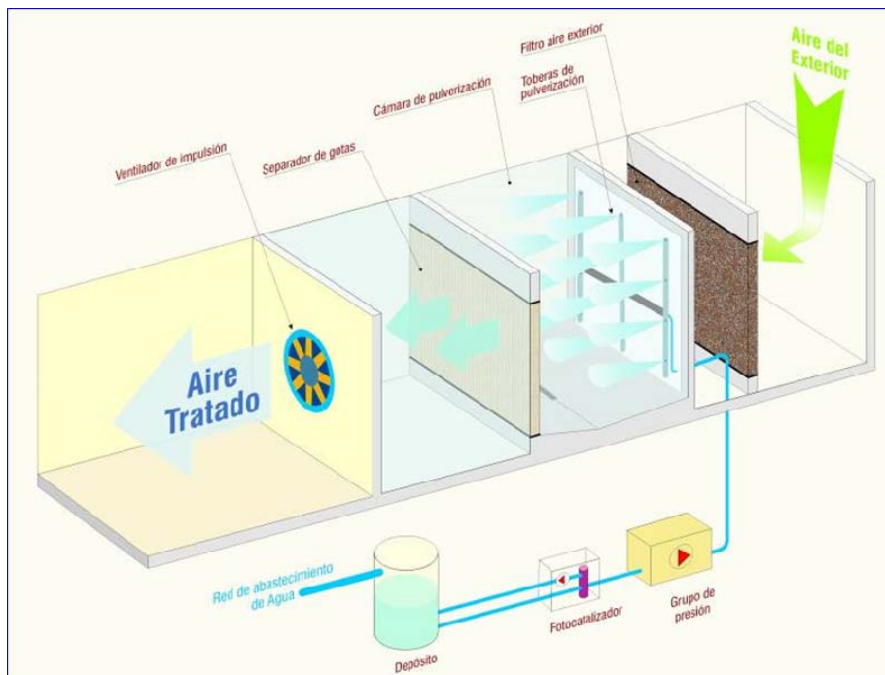


Figura 5 Esquema de diseño de ventilación adiabática

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): ≤ 45 dB(A)
- En estación (rejilla más desfavorable): ≤ 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 m³/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 ≤ 3,5 m → Rejillas lineales (ángulo de deflexión a definir).
 - Alturas > 3,5 m → Toberas.

SERVICIOS DE INSPECCIÓN, VIGILANCIA Y APOYO PARA LOS PROYECTOS Y OBRAS DE INSTALACIONES DE VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN

ÁREA DE INGENIERÍA DE INSTALACIONES

SERVICIO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN

- 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

3.1.3 DEPENDENCIAS (PUESTOS DE MANDO, SALAS MULTIFUNCIONALES, ETC.)

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:

SERVICIOS DE INSPECCIÓN, VIGILANCIA Y APOYO PARA LOS PROYECTOS Y OBRAS DE INSTALACIONES DE VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN

ÁREA DE INGENIERÍA DE INSTALACIONES

SERVICIO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN

- 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

3.1.4 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 9 Ventiladores instalados en túneles de interestación

3.1.5 CONTROL DE HUMOS (DESENFUMAGE) Y VENTILACIÓN DE ESPACIOS COMERCIALES

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.

SERVICIOS DE INSPECCIÓN, VIGILANCIA Y APOYO PARA LOS PROYECTOS Y OBRAS DE INSTALACIONES DE VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN

ÁREA DE INGENIERÍA DE INSTALACIONES

SERVICIO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN

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.

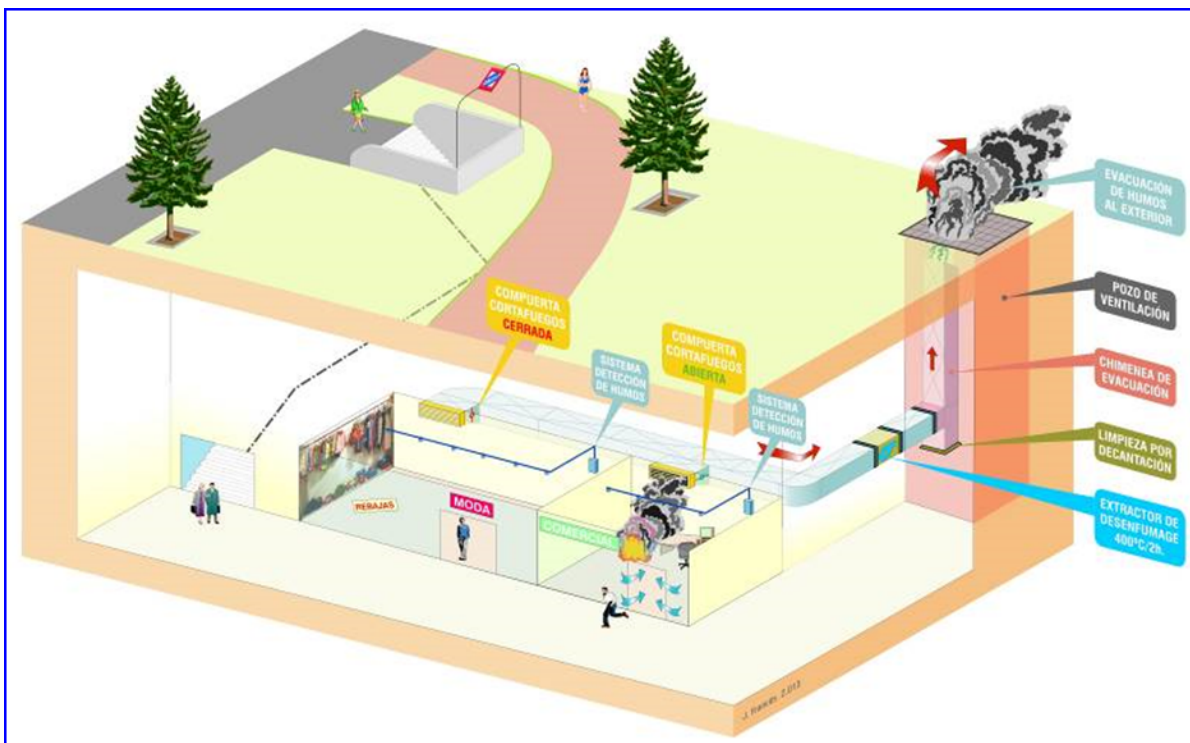


Figura 10 Esquema funciona-diseño del sistema de desenfumage

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.

SERVICIOS DE INSPECCIÓN, VIGILANCIA Y APOYO PARA LOS PROYECTOS Y OBRAS DE INSTALACIONES DE VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN

ÁREA DE INGENIERÍA DE INSTALACIONES

SERVICIO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN



Figura 11 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 templetos de acceso, etc.).



Figura 12 Conducto y compuertas de extracción de humos

Los espacios comerciales están dotados de una instalación de climatización debiendo estar dimensionados en función de los condicionantes y usos de cada uno de los locales

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 1m² 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.

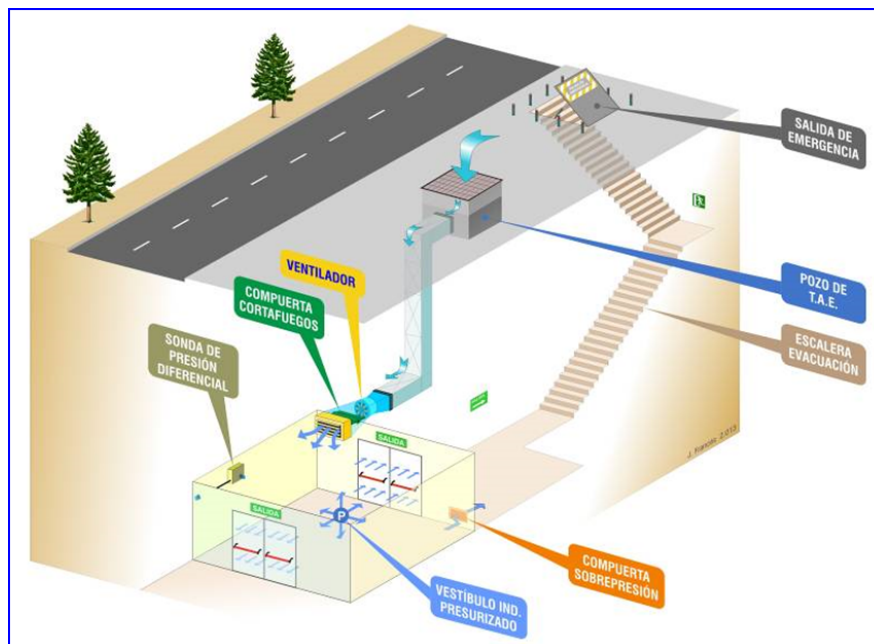


Figura 13 Esquema funcional-diseño del sistema de presurización en salida de emergencia de estación

3.2 CLIMATIZACIÓN

3.2.1 CLIMATIZACIÓN DE ESPACIOS COMERCIALES

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-410a, con bomba de calor con tecnología “inverter”.

SERVICIOS DE INSPECCIÓN, VIGILANCIA Y APOYO PARA LOS PROYECTOS Y OBRAS DE INSTALACIONES DE VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN

ÁREA DE INGENIERÍA DE INSTALACIONES

SERVICIO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN



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 garantiza 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 m² 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/m², equivalente a 258 Frig/h/m², 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 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 a 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 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 ≤ 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.

SERVICIOS DE INSPECCIÓN, VIGILANCIA Y APOYO PARA LOS PROYECTOS Y OBRAS DE INSTALACIONES DE VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN

ÁREA DE INGENIERÍA DE INSTALACIONES

SERVICIO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN



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. ALCANCE

En este apartado se define el alcance de la contratación de los servicios de inspección, vigilancia y apoyo para los proyectos y obras de las **instalaciones térmicas de confort (climatización) y ventilación**.

4.1 ACTUACIONES CONCRETAS

Para el periodo contratado de la prestación de este servicio, está previsto que el Servicio de Ingeniería de Sistemas de Explotación tenga que acometer las siguientes actuaciones:

- Dirección facultativa para la Remodelación del Sistema ventilación de L-6. Fase 2 y pozos Fuera de Servicio.
- Diseño y redacción de los proyectos de renovación del sistema de ventilación asociados al Plan Renove (Línea 1 y Línea 5) y su dirección facultativa de obra asociada.
- Diseño y redacción de los proyectos de renovación de pozos de ventilación en la Red de Metro de Madrid en situación de fuera de servicio por obsolescencia tecnológica y su dirección facultativa de obra asociada.
- Diseño y redacción de los proyectos de ventilación, presurización de salidas de emergencia y sistemas de climatización de cuartos técnicos y dependencias que pudieran surgir en las reformas de las estaciones definidas en el “Plan de Modernización y Accesibilidad de estaciones” (D. León, Oporto, etc) y estaciones singulares como Moncloa, Sol, etc y su dirección facultativa de obra asociada.
- Dirección facultativa para la implantación de Sistemas de ventilación y climatización de la nueva Cochera de C. Caminos, Depósito 4 de Canillejas y Depósito de Aluche.
- Diseño y redacción de los proyectos para el proceso de renovación por obsolescencia de equipos de climatización en cuartos técnicos de la red de Metro de Madrid y su dirección facultativa de obra asociada.
- Dirección facultativa para la renovación y mejora de los Sistemas de Climatización de las Salas CPD de Puesto de Mando de Alto de Arenal y Réplica de la estación de Puerta del Sur.
- Diseño y redacción de proyecto para la ventilación y climatización de Dependencias singulares: nuevo TICS de N. Ministerios, nuevo PSL.
- Diseño del Sistema de climatización de la Sala de Coordinación de L-4 en P. Chamartín y cuartos de la Red.

- Diseño y redacción de proyectos de sistemas de sanitización y mejora de la calidad del aire en estaciones y oficinas de personal.
- Diseño de los sistemas de ventilación, sistemas de presurización y climatización asociados a los Planes de Ampliación de la Red de Metro de Madrid que surjan durante el periodo de vigencia del contrato.

4.2 ACTIVIDADES GENÉRICAS

Las actividades a realizar por el Adjudicatario se engloban en los siguientes grupos:

- Inspecciones en campo.
- Pruebas.
- Supervisión de obra.
- Elaboración de documentación.
- Simulaciones.
- Registro de Instalaciones.

El alcance de cada una de las actividades es detallado en los siguientes apartados.

4.2.1 INSPECCIONES EN CAMPO

El Adjudicatario deberá realizar **inspecciones** exhaustivas de los sistemas en las estaciones, túneles, depósitos, recintos y edificios. Estas inspecciones podrán incluir lo siguiente:

- Toma de datos e inventariado de la instalación.
- Comprobación del estado general de los equipos pertenecientes a los Sistemas de Ventilación y Climatización y emisión de dictámenes técnicos y no conformidades.
- Levantamiento y comprobación de Planos.
- Reportaje fotográfico de los elementos examinados.
- Revisión y actualización de documentación de las instalaciones.
- Revisión de las instalaciones de acuerdo a la normativa de aplicación en vigor o normativas vigentes en la época de construcción.
- Valoración de denuncias preventivas asociada a los sistemas objeto del alcance de la asistencia técnica incluida las mediciones en campo de parámetros.

4.2.2 PRUEBAS

El Adjudicatario tendrá que realizar **comprobaciones** in situ sobre los elementos y equipos que pertenecen a los sistemas. Además, deberá **aportar los medios** necesarios para la realización de dichas pruebas, que incluirán:

- Definición de protocolo de pruebas a realizar.
- Manejo de equipos.
- Realización de Mediciones.
- Pruebas funcionales y de integración conforme a los procedimientos de operación definidos en diferentes ámbitos:
 - Local a nivel de estación, depósito, recinto y oficinas.
 - Centralizada a nivel de los diferentes Puestos de Mando.

4.2.3 SUPERVISIÓN DE OBRA

Durante la ejecución de una obra (modificación sobre una instalación existente o una nueva instalación), el cometido del Adjudicatario será 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 por el Adjudicatario 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 el Adjudicatario abarcarán:

- Estudio de la documentación de los proyectos y ofertas seleccionadas.
- Estudio de la ingeniería de sistemas a instalar.

SERVICIOS DE INSPECCIÓN, VIGILANCIA Y APOYO PARA LOS PROYECTOS Y OBRAS DE INSTALACIONES DE VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN

ÁREA DE INGENIERÍA DE INSTALACIONES

SERVICIO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN

- 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.
- Control de la adopción de medidas preventivas en materia de Seguridad e Higiene y Prevención de Riesgos Laborales, por parte de los Contratistas, actuando como Coordinadores de Seguridad y Salud en la obra.
- Estudio y seguimiento de planes de Gestión de residuos.
- Colaboración en el control de calidad de instalaciones (almacenamiento de materiales en obra, montajes, pruebas, etc.).
- Tratamiento, seguimiento e informe de las no conformidades detectadas.
- 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.
- 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.
- 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 de la obra 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 o revisión de la documentación de obra terminada.
- Seguimiento de certificaciones parciales de obra.
- Certificado Final de Obra.

4.2.4 GESTIÓN Y ELABORACIÓN DE DOCUMENTACIÓN

Gran parte del trabajo a realizar por el Adjudicatario, consistirá en la **elaboración de documentación** de diversa índole:

- Elaboración de Pliegos de Prescripciones Técnicas para la contratación de Sistemas de ventilación, presurización, climatización/aire acondicionado, calefacción, ACS, etc.
- Redacción de normativa específica asociada a la explotación de Metro en Sistemas de ventilación, presurización, climatización/aire acondicionado, calefacción y ACS.
- Realización de informes técnicos básicos y análisis de ofertas.
- Realización de documentación del sistema corporativo de calidad (solicitud de concurso, solicitud de contratación, etc.).
- Análisis de negocio y retorno de inversión.
- Análisis de riesgos.
- Realización y modificación de planos en Autocad.
- Realización de presupuestos en PRESTO.
- Elaboración de inventariado de instalaciones y carga en los sistemas corporativos.
- Actualización de la base documental de sistemas y productos.
- Elaboración de presentaciones.
- Elaboración e impartición de formación.

SERVICIOS DE INSPECCIÓN, VIGILANCIA Y APOYO PARA LOS PROYECTOS Y OBRAS DE INSTALACIONES DE VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN

ÁREA DE INGENIERÍA DE INSTALACIONES

SERVICIO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN

- Actualización en el sistema de Gestión de la Información Topográfica (GIT).
- Elaboración de documentación del sistema corporativo de calidad:
 - Documentación para la solicitud de concurso.
 - Documentación para la solicitud de contratación.
 - Procedimientos y documentos recogidos dentro del Plan de Calidad de Ingeniería.

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, tales como, petición de permisos para acceder a las instalaciones, dar avisos al Servicio de Seguridad, etc.

4.2.5 SIMULACIONES

El Adjudicatario deberá realizar simulaciones de los dispositivos del sistema, y aportar el hardware y software asociados a dichas simulaciones. Estas simulaciones se realizarán con el programa *Subway Environment Simulation (SES)* en los siguientes modos:

- Modo de emergencia.
- Modo de confort.
- Perdidas de presión.

Las empresas licitadoras que quieran poder optar a la ejecución del servicio, deberán certificar la disposición de los elementos hardware y software asociados a dichos procesos de simulación o bien disponer de acuerdos de colaboración con empresas que certifique disponer tanto de las herramientas específicas necesarias como de expertos en su manejo

4.2.6 LEGALIZACIÓN

Dentro de los procesos objetos del contrato de apoyo técnico, estarán los procesos de registro o legalización de instalaciones según lo establecido en los procedimientos vigentes en la Comunidad de Madrid para la puesta en servicio de instalaciones de climatización y presurización.

5. NORMAS Y REFERENCIAS DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS

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 o sus equivalentes.

En particular y para todo aquello que no esté expresamente especificado en el presente Pliego y que pudiera tener relación con los trabajos a realizar, regirán las disposiciones contenidas en la relación de los subapartados siguientes, entendiéndose incluidas las modificaciones y adiciones que se produzcan.

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

En caso de discrepancias entre las normas anteriores y salvo manifestación expresa en contra, se entenderá válida la prescripción más restrictiva. Salvo indicación en contra, se aplicará la última versión disponible de cualquier Norma, Instrucción o Reglamento Oficial relacionado.

Legislación General

REBT	Real Decreto 842/2002 del Ministerio de Industria, de 2 de Agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y las Instrucciones Técnicas complementarias o su equivalente.
Seguridad y Salud en Lugares de Trabajo	Real Decreto 486/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo o equivalente

Tabla 1: Normativa Legislación General

Normas de calidad

UNE 21302-91/2M	Vocabulario electrotécnico. Confiabilidad y calidad de servicio o equivalente.
ISO 9001	Sistemas de Calidad - Modelo para el aseguramiento de la calidad en

SERVICIOS DE INSPECCIÓN, VIGILANCIA Y APOYO PARA LOS PROYECTOS Y OBRAS DE
INSTALACIONES DE VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN

ÁREA DE INGENIERÍA DE INSTALACIONES

SERVICIO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN

	el diseño, desarrollo, producción, instalación y servicio o equivalente.
UNE-EN 157001	Criterios generales para la elaboración de proyecto o equivalente
ISO 14001	Gestión Medioambiental o equivalente

Tabla 2: Normativa Calidad

Normas de las instalaciones térmicas de confort

R.D. 314/2006	Código Técnico de la Edificación (CTE). Exigencias Básicas HE-1 (limitación de demanda energética) HE-2(rendimiento de las instalaciones térmicas), HE-4 (contribución solar mínima de agua caliente sanitaria), DB-HS3 (calidad del aire) y DB-SI (seguridad en caso de incendio) o equivalente.
R.D. 1027/2007	Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y posteriores modificaciones (R.D. 1826/2009) y normas UNE asociadas al mismo o equivalentes.
R.D. 235/2013	Procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios (Directiva 2010/31/UE) o equivalentes.
Ordenanza General de Protección del Medio Ambiente Urbano del Ayuntamiento de Madrid, aprobada el 24 de julio de 1985 o equivalente.	
Ordenanza de Protección contra la Contaminación Acústica y Térmica del Ayuntamiento de Madrid, aprobada el 25 de febrero de 2011 o equivalente.	
Guías Técnicas de Ahorro y Eficiencia Energética en instalaciones de climatización del IDAE o equivalente.	
Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura (Instalaciones de Energía Solar Térmica) del IDAE o equivalente.	
Estándar PASSIVHAUS o equivalente.	

Tabla 3: Normativa Instalaciones Térmicas de Confort

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

6. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

A continuación se desarrolla un glosario de términos con el objetivo de ayudar a comprender al lector terminologías utilizadas en el presente documento.

ACRÓNIMO	SIGNIFICADO	OBJETO
CDC	Centro de Desarrollo y Conformidad	Centro de referencia de la Comunidad Autónoma de Madrid para la Tecnología Sin Contacto, que presta servicio fundamentalmente a la Autoridad de Transporte (Consortio Regional de Transporte de Madrid y Dirección General de Infraestructuras), a los operadores de transporte de Madrid (Metros Ligeros de Madrid (MLM), Metro Ligerero del Oeste (MLO), Transportes Ferroviarios de Madrid (TFM) y Aeropuerto T4), y a los proveedores tecnológicos.
DGCI	Dirección General de Carreteras e Infraestructuras	Da continuidad al trabajo de construcción de infraestructuras que desarrollaba MINTRA (Madrid Infraestructuras del Transporte), y asume todas sus funciones y competencias.
GIT	Gestión de Información topográfica	Sistema de Gestión de la Información topográfica METRO que muestra las instalaciones del Metro de Madrid y su encaje con la cartografía y los mapas.
PPT	Pliego de Prescripciones Técnicas	Documento de licitación donde se definen las características técnicas a prestar.
PCP	Pliego de Condiciones Particulares	Documento de licitación donde se definen las características administrativas del contrato y licitación.
RAMS	<i>Reliability, Availability, Maintenance and Safety</i>	Fiabilidad, disponibilidad, capacidad de mantenimiento y seguridad.
SES	<i>Subway Environment Simulation</i>	Software empleado para modelizar el sistema de ventilación compuesto por ventiladores, túneles, estaciones y pozos.

SERVICIOS DE INSPECCIÓN, VIGILANCIA Y APOYO PARA LOS PROYECTOS Y OBRAS DE
INSTALACIONES DE VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN

ÁREA DE INGENIERÍA DE INSTALACIONES

SERVICIO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN

SISE	<i>Servicio de Ingeniería de Sistemas de Explotación</i>	Departamento de Metro de Madrid
------	--	---------------------------------

Tabla 4: Relación de acrónimos

7. CONDICIONES DE LA PRESTACIÓN

7.1 CONDICIONES DE LICITACIÓN

La adjudicación del contrato a ofertas en las que se proponga el desarrollo de trabajos que contradigan lo expuesto en este Pliego no significa que METRO acepte dichas propuestas. Será competencia exclusiva de la Dirección del Servicio de METRO decidir acordar con el Adjudicatario la realización de los trabajos de acuerdo a lo contenido en la oferta, con las contraprestaciones que se establezcan, o bien mantener el desarrollo de dichos trabajos de acuerdo con el presente Pliego, e incorporando los compromisos adicionales reflejados en la oferta.

7.2 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

7.2.1 Jornada Laboral y Lugar de Realización de los Trabajos

Los trabajos se podrán realizar en las dependencias de METRO, en las dependencias de la empresa licitadora o en situación de teletrabajo en función de lo que METRO decida en cada caso. Corresponde al Adjudicatario dotar al personal asignado de todos los elementos necesarios para llevar a cabo el trabajo, tales como ordenadores, servicios de comunicación telefónica y de datos, servicios de impresión, material de oficina, etc a determinar en cada situación.

METRO podrá solicitar que determinadas personas comentan la prestación del servicio en exclusividad durante la totalidad de la jornada, pero nunca podrá solicitar más de tres personas coincidentes en el tiempo en esta situación.

El período o duración de trabajo diario deberá coincidir con el establecido para los empleados de METRO que estén a cargo de este servicio.

7.3 COMPOSICIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO

El equipo humano que se incorporará para la ejecución de los trabajos tras la formalización del contrato, será el indicado en el PCP.

Si durante la ejecución de los trabajos, el contratista incumpliera algún compromiso presentado en la oferta y por los que obtuvo puntuación técnica, Metro de Madrid aplicará las cláusulas recogidas en los apartados 35 b) y 36 b) del cuadro resumen del PCP, salvo que el motivo del incumplimiento provenga de causas imputables a Metro de Madrid.

Se autorizan cambios puntuales en la composición inicial del mismo respecto al equipo humano afectado, cuando se den las siguientes condiciones:

- Justificación escrita, detallada y suficiente, explicando los motivos que susciten el cambio.
- Presentación de posibles candidatos con un perfil de cualificación técnica igual o superior al de la persona que se pretende sustituir.
- Aceptación de alguno de los candidatos propuestos por parte de la Dirección del Servicio de METRO.

Se considerará un periodo de adaptación al entorno funcional de dos semanas, siendo a cuenta del Adjudicatario.

El retraso en la presentación de candidatos válidos conllevará como penalización un periodo de carencia adicional al doble del retraso ocasionado desde la solicitud de incorporación.

7.3.1 Modificaciones en la composición del equipo de trabajo imputables al Adjudicatario

La valoración final de la productividad y calidad de los trabajos de las personas que realizan la actividad corresponde a la Dirección del Servicio de METRO, pudiendo ésta solicitar el cambio de cualquiera de los componentes del equipo, con un preaviso de 15 días.

Si la empresa adjudicataria propusiera el cambio de una de las personas del equipo de trabajo por causas ajenas a METRO, ésta deberán solicitarlo por escrito, con 15 días de antelación, y exponiendo las razones que motivan la propuesta. En todo caso, el cambio deberá ser aprobado por la Dirección del Servicio de METRO. En el supuesto de que se produzcan sustituciones de personal imputables al Adjudicatario, la persona a reemplazar y la que deba sustituirla deberán coincidir, durante un periodo mínimo de dos semanas, sin coste adicional para METRO.

SERVICIOS DE INSPECCIÓN, VIGILANCIA Y APOYO PARA LOS PROYECTOS Y OBRAS DE INSTALACIONES DE VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN

ÁREA DE INGENIERÍA DE INSTALACIONES

SERVICIO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN

Si por causas imputables al Adjudicatario no fuera posible dicho solapamiento, las tres primeras semanas de trabajo del sustituto no se facturarán.

Las ofertas contendrán una descripción detallada de las medidas propuestas ante eventuales modificaciones del equipo de trabajo, en especial si se proponen mejoras en:

- Plazos de incorporación de nuevos recursos.
- Plazos de sustitución de recursos.
- Periodo de carencia, no facturable, en estos supuestos.

7.3.2 Modificación en la Composición del Equipo de Trabajo Requerido por METRO

La Dirección del Servicio de METRO podrá solicitar la incorporación de uno o varios profesionales cuando así lo requiera, notificándose al Adjudicatario con un plazo de incorporación no inferior a 15 días. Asimismo, podrá solicitar un cambio en las personas que componen dicho equipo.

La Dirección del Servicio de METRO no limita el número de modificaciones que puede solicitar.

El Adjudicatario se compromete a facilitar la incorporación del profesional o profesionales requeridos en el plazo de incorporación establecido, cumpliendo en todo momento con los niveles de prestación de servicio vigente.

7.3.3 Trabajos de Simulación

Dentro de del alcance del servicio se encuentra la realización de trabajos de simulación definido en el punto 4.2.5. del presente PPT.

Para la realización de estos trabajos se requiere la existencia de personal conforme se indica en el PCP

7.4 PLANIFICACIÓN, DIRECCIÓN, SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LOS TRABAJOS

7.4.1 Planificación y Dirección

Corresponde a METRO, destinatario de los trabajos a realizar, la supervisión de las tareas para lograr los objetivos, proponer las modificaciones que convenga introducir o, en su caso, proponer la suspensión del contrato si existiese causa suficientemente motivada.

La **planificación** de los trabajos se realizará **semanal o mensualmente**, bajo la iniciativa y coordinación de la Dirección del Servicio de METRO y con la participación y obligada aceptación por parte del Adjudicatario. La planificación incluirá las horas estimadas de dedicación para cada uno de los trabajos planificados.

7.4.2 Seguimiento y Control

El seguimiento y control del servicio se efectuará sobre las siguientes bases:

- **Seguimiento continuo** de la evolución del servicio entre el responsable del equipo de trabajo por parte del Adjudicatario y la Dirección del Servicio de METRO.
- **Certificación mensual de las horas** consumidas bajo las siguientes condiciones:
 - Todos los meses se realizarán reuniones de seguimiento y revisiones técnicas del responsable del equipo de trabajo, por parte del Adjudicatario, y la Dirección del Servicio de METRO, al objeto de revisar el grado de cumplimiento de la planificación y de las horas consumidas.
 - Toda certificación de trabajos estará asociada a la entrega de un documento tangible asociado al número de horas certificadas como pueden ser informes, proyectos, simulaciones, etc. En caso de documentos cuyo esfuerzo sea importante como el caso de proyectos, se permitirá la certificación sobre entregas parciales de subdocumentos que lo forman (memoria, anejos, planos, etc.) y que se encuentren finalizados en su totalidad. De igual forma, en el caso de tareas asociadas a dirección y seguimiento de obra, se permitirán certificaciones parciales asociadas a la entrega de informes donde se constatare el nivel de avance de la obra, riesgos a tener en cuenta o próximos pasos a ejecutar.
 - La Dirección del Servicio de METRO podrá rechazar en todo o en parte los trabajos realizados, en la medida en que no respondan a lo especificado en las reuniones de planificación o no superen los controles de calidad acordados, en cuyo caso se levantará la correspondiente acta.
 - Únicamente se certificarán las horas dedicadas y, previamente consensuadas en la planificación, a los trabajos que hayan sido validados durante las reuniones de seguimiento.
 - Las desviaciones sobre las horas planificadas derivadas de decisiones sobrevenidas que no tengan como origen errores u omisiones del

Adjudicatario, se computarán como horas de trabajo dentro del Servicio. En caso contrario, las horas no computarán.

- Las desviaciones sobre las horas planificadas derivadas de incumplimientos de calidad exigida, falta de recursos o en general problemas achacables al contratista se penalizarán con un 1 por 1000 del coste (excluido IVA) de las horas planificadas del trabajo definido por día natural de retraso frente al previsto.
- METRO podrá establecer los procedimientos y herramientas a utilizar para poder llevar a cabo la planificación, seguimiento y control del servicio.

De todas las reuniones celebradas, el Adjudicatario realizará un acta que será firmada y por tanto aprobada por ambas partes en todo su contenido.

7.5 PLAN DE CALIDAD

El Adjudicatario aportará en la oferta un detallado Plan de Calidad en el que deberá quedar reflejado, la intervención, medios, criterios, documentos, etc.

El Adjudicatario entregará a la Dirección del Servicio (a solicitud de éste) el manual de calidad, y los procedimientos internos establecidos con carácter general o para el contrato al que se refiere este proyecto, para el adecuado seguimiento y cumplimiento del mismo, sobre todo en los aspectos de revisión de proyecto, control de modificaciones o acciones correctivas, control de rechazos, registros y revisión del sistema y aprobación de proveedores.

La presentación del Plan de Calidad en la oferta técnica no implica su aceptación por parte de la Dirección del Servicio, pudiendo ésta, tras la firma del contrato, exigir modificaciones, ampliaciones e incluso la nueva redacción de dicho plan.

7.6 PROPIEDAD INTELECTUAL

Sin perjuicio de lo dispuesto por la legislación vigente en materia de propiedad intelectual y de protección jurídica, el Adjudicatario acepta expresamente que toda la documentación (informes, pliegos, fotos, simulaciones, ect.) tratada en este proyecto corresponden únicamente a METRO, con exclusividad y a todos los efectos.

8. VIGENCIA DEL CONTRATO

La duración estimada para el servicio contratado será de **CINCO (5) AÑOS**, sin posibilidad de ampliación de plazo, que comenzarán con la firma del acta de inicio de trabajos.

Tal y como se ha indicado en un apartado anterior, METRO certificará mensualmente las horas realizadas por el Adjudicatario. Si las horas certificadas alcanzan las contratadas antes de que el periodo del contrato finalice, éste se dará por terminado en ese mismo momento.

9. GARANTÍA

Dado que el alcance de los trabajos objeto del servicio descritos a lo largo del presente documento, corresponde a labores de apoyo técnico o generación de documentación técnica en general y no implican suministro de sistemas, equipamiento o desarrollos que puedan estar sujetos con el paso del tiempo a averías, deterioros o malos funcionamientos por vicios ocultos, se considera que no procede la solicitud de garantía.

10. PRESUPUESTO

El presupuesto base de licitación para el suministro descrito en este Pliego, sin incluir el IVA, es de **NOVECIENTOS TREINTA Y SIETE MIL TRESCIENTOS CINCUENTA Y CUATRO EUROS CON OCHO CÉNTIMOS (937.354,08 €)**.

Dentro de la extensa tipología de trabajos que se pueden solicitar y con el fin de establecer un criterio objetivo, se han elegido una serie de partidas unitarias a ofertar por la empresa concursante, acordes con las actividades definidas en el apartado "alcance" y que integrarán la mayor parte de los trabajos a contratar.

En número de horas a certificar podrá ser modificadas a criterio exclusivo de la Dirección del Servicio de METRO pero siempre dentro de marco de partidas definidas en el presupuesto del presente pliego.

A continuación se adjunta, con una estimación del consumo, el cuadro de partidas a ofertar englobadas en los siguientes grupos o capítulos:

SERVICIOS DE INSPECCIÓN, VIGILANCIA Y APOYO PARA LOS PROYECTOS Y OBRAS DE
INSTALACIONES DE VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN

ÁREA DE INGENIERÍA DE INSTALACIONES

SERVICIO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN

1. Inspecciones en campo.
2. Pruebas.
3. Supervisión de obra.
4. Gestión y Elaboración de documentación.
5. Simulaciones.
6. Registro de Instalaciones.

Partida	Descripción	PRESUPUESTO		
		Número unidades (horas)	Precio Ud.(€)	Coste (€)
1	Inspecciones en campo (horarios diurno)	4.000,00	27,57 €	110.280,00 €
2	Inspecciones en campo (horarios nocturno)	500,00	38,60 €	19.300,00 €
3	Pruebas (horario diurno)	1.000,00	27,57 €	27.570,00 €
4	Pruebas (horario nocturno)	500,00	38,60 €	19.300,00 €
5	Gestión y Elaboración de documentación	10.000,00	27,57 €	275.700,00 €
6	Supervisión de obra (horario diurno)	8.000,00	27,57 €	220.560,00 €
7	Supervisión de obra (horario nocturno)	500,00	38,60 €	19.300,00 €
8	Registro de instalaciones	400,00	27,57 €	11.028,00 €
9	Simulaciones de SW	1.750,00	64,03 €	112.052,50 €
	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL			815.090,50 €
	Gastos Generales		9,00%	73.358,15 €
	Beneficio Industrial		6,00%	48.905,43 €
	BASE IMPONIBLE			937.354,08 €
	21% I.V.A.			196.844,36 €
	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN			1.134.198,44 €

Tabla 5: Relación de partidas

SERVICIOS DE INSPECCIÓN, VIGILANCIA Y APOYO PARA LOS PROYECTOS Y OBRAS DE
INSTALACIONES DE VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN

ÁREA DE INGENIERÍA DE INSTALACIONES

SERVICIO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN

Las partidas se valorarán para horario diurno y nocturno, con la siguiente consideración:

- Hora diurna (06:00 – 22:00).
- Hora nocturna (22:00 – 06:00).

Madrid, diciembre de 2020	
Director de proyecto	Autor del proyecto:
 D. Francisco Javier Sanz Jiménez	 Dña. M. Pilar Solano Navas
Responsable de Área de Ingeniería de Instalaciones	
 D. Dionisio Izquierdo Bravo	