



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE UNA SALA DEDICADA EN UN CENTRO DE DATOS DE MISIÓN CRÍTICA Y ALTA DISPONIBILIDAD

AUTOR: FRANCISCO MARQUEÑO NAVARRO

TUTOR: TOMAS GOMEZ NAVARRO

COTUTOR: VICENTE ESTEVE SALA

Curso Académico: 2019-20

RESUMEN

Este proyecto recoge el diseño y cálculo de las principales instalaciones de una sala de un centro de datos. La empresa Nixval, dedicada al alojamiento de infraestructuras de misión crítica de operadores de telecomunicaciones, integradores TIC y empresas del sector tecnológico, que ha decidido ampliar sus servicios habilitando una nueva sala dotada de 12 racks para dar servicio a nuevos clientes.

Las instalaciones a tratar abarcan el ámbito de la instalación y suministro eléctrico, la correcta climatización de las salas para obtener una temperatura de trabajo que permita el correcto funcionamiento de los equipos instalados en su interior y por último la detección y extinción de incendios basados en sistemas acordes a las características de uso de la sala, garantizando una temprana detección y una extinción que cause los mínimos daños a los equipos.

Estas instalaciones están sometidas a las características propias de centros de datos, las cuales difieren en ciertos aspectos de las instalaciones habituales de otros tipos de actividades industriales.

ABSTRACT

This project includes the design and calculation of the main installations of a data centre room. Nixval, a company dedicated to housing mission-critical infrastructures for telecommunications operators, ICT integrators and companies in the technology sector, has decided to expand its services by fitting out a new room with 12 racks to provide service to new clients.

The installations to be dealt with cover the area of installation and electricity supply, the correct air-conditioning of the rooms to obtain a working temperature that allows the correct functioning of the equipment installed inside them and finally the detection and extinction of fires based on systems in accordance with the characteristics of use of the room, guaranteeing early detection and extinction that causes minimum damage to the equipment.

These installations are subject to the characteristics of data centres, which differ in certain aspects from the usual installations of other types of industrial activities.

RESUM

Aquest projecte recull el diseny i càlcul de les principals instal·lacions d'una sala d'un centre de dades. L'empresa Nixval, dedicada a l'allotjament d'infraestructures de missió crítica d'operadors de telecomunicació, integradors TIC i empreses del sector tecnològic, que ha decidit ampliar el seus serveis habilitant una nova sala dotada de 12 racks per a donar servei a nous clients.

Les instal·lacions a tractar abracen l'àmbit de la instal·lació i subministre elèctric, la correcta climatització de les sales per a obtenir una temperatura de treball que permeti el correcte funcionament dels equips instal·lats al seu interior y, per últim, la detecció y extinció d'incendis basats en sistemes d'acord a les característiques d'ús de la sala, garantint una prompta detecció i extinció que cause els mínims danys als equips.

Estes instal·lacions estan sotmeses a les característiques pròpies de centres de dades, les quals difereixen en certs aspectes de les instal·lacions habituals d'altres tipus d'activitats industrials.

ÍNDICE.

1	MEMORIA.....	7
1.1	MOTIVACIÓN Y ANTECEDENTES.....	7
1.2	OBJETIVO Y ALCANCE.....	7
1.3	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.....	7
2	INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN.....	9
2.1	INTRODUCCIÓN Y FUNCIONAMIENTO GENERAL.....	9
2.2	ELEMENTOS INTERIORES DE LA SALA.....	10
2.2.1	CÁMARAS.....	10
2.2.2	RACKS.....	10
2.2.2.1	PASILLO FRIO / PASILLO CALIENTE.....	11
2.2.3	OCUPACIÓN.....	13
2.2.4	ILUMINACIÓN.....	13
2.2.5	CUADROS ELÉCTRICOS.....	13
2.2.6	SALAS CONTIGUAS.....	13
2.2.6.1	SALAS CLIMATIZADAS.....	13
2.2.6.1.1	SALA S0Z1.....	14
2.2.6.2	SALAS NO CLIMATIZADAS.....	14
2.2.6.2.1	ALMACÉN.....	14
2.2.6.2.2	PASILLO TÉCNICO.....	14
2.2.6.2.3	PASILLO DE ACCESO A LA SALA.....	14
2.2.6.2.4	TECHO.....	15
2.3	CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS.....	15
2.3.1	RECINTO.....	15
2.3.1.1	TECHO.....	15
2.3.1.2	PAREDES.....	16
2.3.1.3	SUELO.....	17
2.3.2	OCUPACIÓN.....	18
2.3.3	EQUIPOS.....	18
2.3.4	ILUMINACIÓN.....	19

2.3.5	RADIACIÓN SOLAR.....	19
2.4	CONDICIONES EXTERIORES.	19
2.5	CONDICIONES INTERIORES.....	19
2.6	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	20
2.6.1	HORARIO DE FUNCIONAMIENTO.	20
2.6.2	SISTEMA DE INSTALACIÓN ELEGIDO.	20
2.6.3	MÁQUINAS SELECCIONADAS.....	21
2.6.3.1	UNIDADES EXTERIORES.	25
2.6.3.2	UNIDADES INTERIORES.....	25
2.6.3.3	CIRCUITO DE GAS.	26
2.6.4	AISLAMIENTO DE LAS TUBERÍAS.	26
2.6.5	REFRIGERANTE.	28
2.6.6	REJILLAS / DIFUSORES.	29
3	INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	31
3.1	ILUMINACIÓN.....	31
3.1.1	DISEÑO DEL ALUMBRADO GENERAL.....	32
3.1.2	DISEÑO DEL ALUMBRADO DE LA SALA S022.....	32
3.1.3	ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	34
3.2	POTENCIA TOTAL INSTALADA Y DEMANDA.....	36
3.2.1	SALA S022.....	37
3.3	DIMENSIONADO.....	38
3.3.1	INTENSIDAD NOMINAL Y DE CÁLCULO.....	38
3.3.2	DIMENSIONADO TÉRMICO.....	38
3.3.3	DIMENSIONADO POR CAIDA DE TENSIÓN.....	42
3.4	INSTALACIÓN.....	44
3.4.1	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	44
3.4.2	CUADRO GERENAL.....	44
3.4.3	CUADROS SECUNDARIOS.....	44
3.4.4	MÉTODO DE INSTALACIÓN.....	45
3.4.4.1	OTRAS SOLUCIONES PARA EL SUMINISTRO ELÉCTRICO EN SALAS IT.....	48
3.4.5	CONDUCTORES.....	48

3.5	CÁLCULOS DEL DIMENSIONADO.....	49
3.6	PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	51
3.6.1	PROTECCIÓN FRENTE A SOBRETENSIONES.....	51
3.6.1.1	SOBRECARGAS.....	51
3.6.1.2	CORTOCIRCUITOS.....	52
3.6.1.3	CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES.....	55
3.6.1.4	DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN.....	57
3.6.2	PUESTA A TIERRA DE LA INSTALACIÓN.....	61
3.6.2.1	ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	61
3.6.3	PROTECCIÓN FRENTE A CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS.....	63
3.6.3.1	PROTECCIÓN FRENTE A CONTACTOS DIRECTOS.....	63
3.6.3.2	PROTECCIÓN FRENTE A CONTACTOS INDIRECTOS.....	63
3.6.3.3	PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES.....	64
3.7	COMPENSACIÓN DE LA ENERGIA REACTIVA.....	64
4	DETECCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS.....	65
4.1	INTRODUCCIÓN.....	65
4.2	DETECCIÓN DE INCENDIOS.....	65
4.3	SISTEMA DE DETECCIÓN.....	66
4.4	EXTINCIÓN.....	67
4.5	NECESIDADES.....	68
4.5.1	PANELES Y PULSADORES.....	69
4.5.2	CENTRALES DE DETECCIÓN Y EXTINCIÓN.....	69
4.5.3	SISTEMA DE EXTINCIÓN AUTOMÁTICA.....	70
4.5.4	PRUEBA DE ESTANQUEIDAD.....	71
5	BIBLIOGRAFÍA.....	72
6	PRESUPUESTOS.....	73
7	PLANOS.....	79
7.1	ÍNDICE DE LOS PLANOS.....	79

1 MEMORIA.

1.1 MOTIVACIÓN Y ANTECEDENTES.

El proyecto aquí presentado “Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad” abarca los conocimientos y capacidades adquiridas en el desarrollo de la titulación que se ha cursado, Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales.

Gracias a la realización de las prácticas de empresa en Nixval he tenido la ocasión de poder ver el funcionamiento y requerimientos necesarios en el desarrollo de su actividad, basada en la “colocación” y conectividad de clientes, es decir, se alquilan espacios seguros a clientes para que alojen en los racks sus servidores críticos, con alta disponibilidad. Las salas donde se alojan los racks de servidores están dotadas de sistemas de climatización, sistemas de seguridad de incendios y suministro eléctrico junto con sus protecciones necesarias.

1.2 OBJETIVO Y ALCANCE.

El objetivo de este documento es la propuesta de realización del TFG que se sustantiva en el diseño y cálculo de las distintas instalaciones requeridas para la ampliación de los servicios de un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad, siendo necesaria la habilitación de una nueva sala dedicada.

El alcance del TFG se ha decidido que se centre en el diseño y cálculo justificativos de las instalaciones más significativas para aplicar los conocimientos impartidos en el grado, siendo éstas: las instalaciones eléctricas, de climatización y de seguridad de incendios. Dichas instalaciones tienen unas características propias y singulares acordes a los servicios a proporcionar. Al ser un Centro de Datos, un edificio y negocio con una regulación normativa específica, unos requerimientos muy exigentes y un diseño muy particular en función de las certificaciones propias del sector, se hace interesante y muy formativo el aprendizaje en este tipo de instalaciones.

El TFG contará con la preceptiva memoria, los diversos cálculos, justificaciones, planos y presupuestos de todas las instalaciones desarrolladas en el mismo, acompañados de toda la documentación necesaria para su verificación.

1.3 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.

La nave se sitúa en el Polígono Industrial Fuente del Jarro, en la localidad de Paterna (46988), provincia de Valencia.

Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad



Imagen 1. Polígono Industrial Fuente del Jarro.

El polígono se encuentra próximo a Paterna y cuenta con facilidades para el suministro de electricidad además de instalaciones de alcantarillado, iluminación, infraestructura telefónica y de datos... Dispone de vías de acceso directas a la CV-35, que lo comunica con la ciudad de Valencia facilitando el transporte. Adicionalmente cuenta con parada de metro cercana.

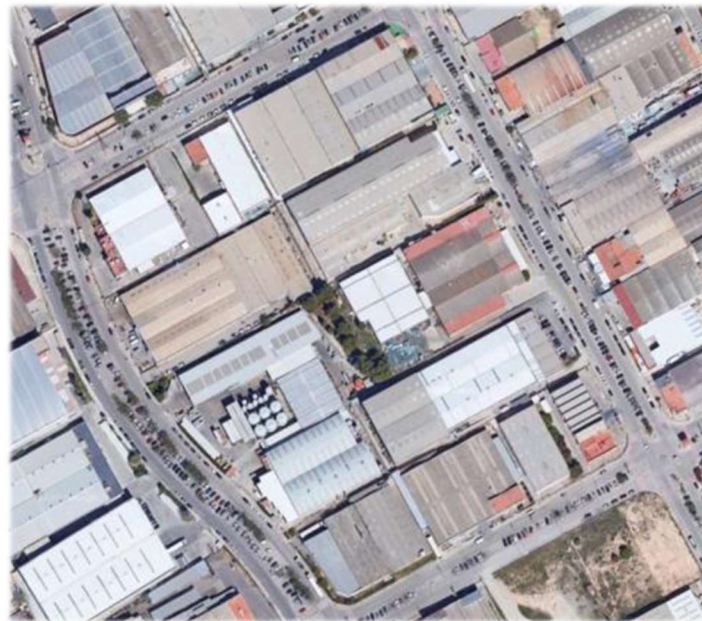


Imagen 2. Parcela Nixval.

Por motivos de seguridad no se indica la parcela real del centro de Datos, así como su referencia catastral.

2 INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN.

2.1 INTRODUCCIÓN Y FUNCIONAMIENTO GENERAL.

Uno de los elementos fundamentales en el negocio de los Data Centers es contar con una buena climatización de las salas donde se ubican los servidores. Ya que éstos necesitan estar a temperaturas óptimas de funcionamiento de manera ininterrumpida y solo se puede garantizar en este tipo de instalaciones críticas. Se dotará de un sistema de climatización con redundancia N+1. La redundancia proyectada es un diseño común el cual permite que ante cualquier fallo, rotura o labor de mantenimiento sobre una máquina no interrumpe el normal funcionamiento y operatividad de la sala y de los servidores de las empresas alojadas en ella.

La climatización para este tipo de actividad se suele realizar mediante la impulsión del aire tratado a la sala por el falso suelo. Su difusión por el falso suelo distribuye el aire de impulsión a la zona ocupada a través de difusores colocados estratégicamente en el falso suelo (por lo general losetas modificadas para tal fin). La cavidad creada se utiliza para funcionar bajo presión positiva como un gran plenum, repartiéndose el aire por todos los difusores para ser introducido al recinto.

El aire de impulsión (tratado y frío) accede desde el falso suelo por las rejillas / difusores. Éstos se instalan por lo general cerca de las cargas a compensar, por lo que se suelen colocar en la parte frontal de los racks. Depende del diseño y modularidad de los racks, existiendo también racks que permiten la impulsión de aire directamente por la parte de abajo, no siendo necesario entonces la instalación de difusores. El retorno del aire caliente se realiza por unas rejillas colocadas en la parte alta de la pared conducido hasta la evaporadora. Formando así un circuito cerrado.

El no estar sometido este tipo de instalación al reglamento RITE al ser un entorno industrial permite, en primer lugar, que al ser un sitio no transitable no se necesite de una recirculación del aire del exterior para mejorar la calidad del mismo ya que únicamente se accederá para labores puntuales de mantenimiento o manipulación de los equipos. Se considera un local no transitado. En segundo lugar, al no suministrar aire de renovación del exterior, no se produce mezcla con el aire de retorno y el salto térmico a vencer por los equipos de climatización es menor, ya que las temperaturas de retorno están situadas en torno a los 24 °C. Debido al clima templado/cálido de Valencia se alcanzarían unas temperaturas mayores que en caso de sumar aire del exterior produciendo un salto térmico mayor y con ello un mayor gasto energético, para conseguir las condiciones de temperatura de la sala. La poca renovación de aire que puede haber se produce con la apertura de las puertas cuando se accede a la sala por motivos técnicos o de gestión.

Otra práctica común en el diseño es el cálculo del volumen de aire a impulsar en la sala para evitar la infiltración de aire del exterior, buscando una ligera sobrepresión.

En cuanto a la humedad, en Valencia se tiene un rango entorno al 60% de humedad relativa durante el año, según los datos de la Aemet. Para el cálculo de este tipo de instalación no es necesario el control sobre la humedad como hasta hace unos pocos años, que era indispensable, ya que los servidores y sus microprocesadores han evolucionado mucho. Por todo ello no es preciso realizar un control sobre el grado de humedad en la sala, que a través de las infiltraciones pudiesen darse por la apertura de

Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad

puertas a espacios no tratados. La aportación de aire no tratado junto a los niveles de temperatura diseñados mantendrá la humedad en los valores descritos.

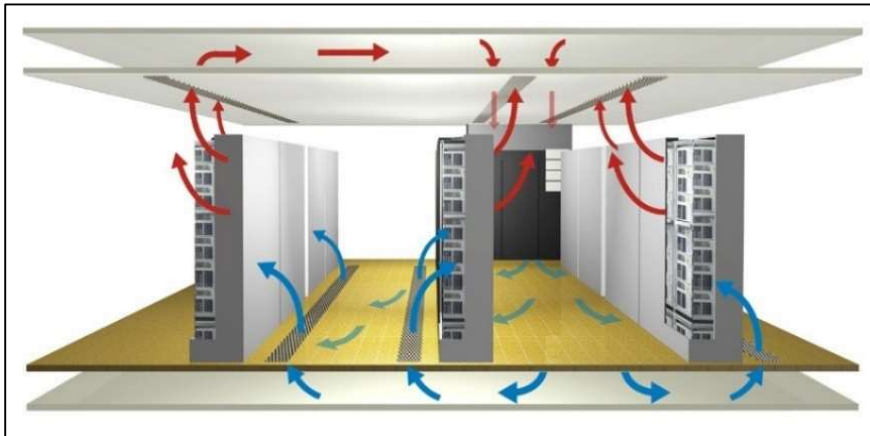


Imagen 3. Climatización por falso suelo.

2.2 ELEMENTOS INTERIORES DE LA SALA.

A continuación, se nombrarán los elementos instalados en el interior de la sala que aportan carga térmica para desarrollar el cálculo posterior y seleccionar y dimensionar los equipos de climatización necesarios óptimos para su funcionamiento.

2.2.1 CÁMARAS.

La sala dispondrá de cámaras de seguridad situadas en las esquinas del techo, con un total de 4 cámaras monitorizadas desde la sala de operadores. La colocación de estas cámaras está recogida en los estándares EN-50600 correspondiente a los centros de datos.

2.2.2 RACKS.

En el interior de la sala se ubicarán de inicio 12 nuevos racks con una posible ampliación de 2 más.

Estos racks irán colocados en dos filas enfrentadas de 6 unidades de modo que desde el pasillo central que queda accesible entre ellos se puedan realizar operaciones de manipulación en ambas filas, así como para las labores de mantenimiento por la parte trasera de los mismos. Los racks tienen puertas de seguridad que impiden que se pueda acceder a la manipulación de los servidores alojados en los mismos por personal no autorizado. Las puertas frontales son del tipo rejilla para favorecer la entrada de aire y es conducido a través de los servidores por sus propios ventiladores hacia la parte trasera de los racks.

El acceso del aire a la sala desde el suelo técnico se consigue mediante la colocación de rejillas/difusores situadas justo en el pasillo que dejan disponible los racks optimizando así la refrigeración de estos.



Imagen 4. Pasillo entre racks.

2.2.2.1 PASILLO FRIO / PASILLO CALIENTE.

A modo informativo, ya que en este proyecto no procede su implementación, se expone una solución bastante adoptada en los centros de datos para optimizar el proceso de refrigeración de los racks llamada disposición pasillo frío / pasillo caliente. En nuestro caso realizaremos los cálculos para la opción más desfavorable, que es sin la aplicación de esta solución física y en caso de que finalmente se decida su instalación, siempre estará por el lado de la seguridad, al confinarse la impulsión del aire frío tratado justo donde hay más carga de climatización que vencer, aumentando su eficiencia. A la vez que se evitan bypasses de aire no deseado que reducen la eficacia de la carga térmica del aire frío al mezclarse parte con el caliente de retorno de los servidores, que tiene la solución calculada en este proyecto. La adopción del sistema de contención de pasillo frío / pasillo caliente por un lado es más eficiente al conducir y confinar el aire frío directamente a las cargas, pero su coste es más elevado y hay que también estudiar las posibles sobrepresiones que se producen en el contenedor, ya que si son elevadas podrían producir daños en los ventiladores de los servidores alojados en los racks. Para ello se debería medir la presión mediante un presostato y actuar sobre compuertas motorizadas y las máquinas de climatización regulando el caudal.

El confinamiento del pasillo frío lo proporciona un cerramiento que deja la parte frontal de los racks en un recinto cerrado accesible por ambos extremos. Existen distintos sistemas de techo para el cierre del pasillo; techo con film hidrosoluble, techo con compuerta activa, techo con fusible térmico y techo fijo. Todo lo relacionado a los distintos sistemas ha sido obtenido a partir de la empresa Network Engineering.

Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad

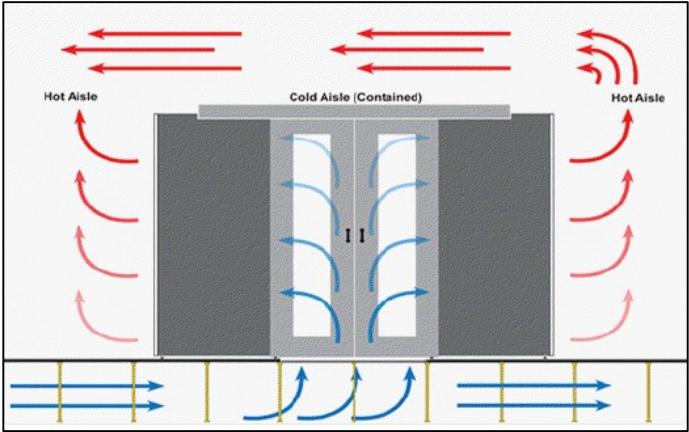


Imagen 5. Flujos de aire en pasillo frio.



Imagen 6. Pasillo frio Nixval.



Imagen 7. Acceso pasillo frio Nixval.

Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad

2.2.3 OCUPACIÓN.

La presencia de personas en los recintos contribuye al aporte de carga térmica para el cálculo de la climatización necesaria.

En lo que concierne al proyecto aquí tratado, las salas de un centro de datos no son áreas de trabajo de ocupación permanentes, quedando restringido su acceso solo para operaciones de mantenimiento o instalación de diversos equipos puntualmente. El acceso a las salas está limitado al personal autorizado del mismo centro de datos y al acceso de clientes a sus racks para posibles operaciones en ellos.

En lo que nos compete para el diseño de esta sala, se va a tener en cuenta la estancia en la sala de una persona para las diversas acciones que haya que realizarse en su interior. Se justifica al ser una sala de pequeña superficie, denominada “suite” en referencia a dar cabida a un único cliente que ocupará la totalidad de los racks.

2.2.4 ILUMINACIÓN.

Las luminarias seleccionadas para la iluminación adecuada de la sala también aportan una carga térmica a vencer para el dimensionamiento de los equipos de climatización. Según los cálculos posteriormente realizados se instalarán 15 luminarias LED de 22W de potencia suponiendo una potencia total entre todas de 330W.

La sala también contará con una luminaria de emergencia siguiendo así lo establecido en el Código Técnico de Edificación que tendrá un aporte de 6 W de potencia.

Hay que señalar que con el uso generalizado de las luminarias de tipo LED, la carga térmica por iluminación se ha visto reducida considerablemente frente a otros tipos de iluminación habitualmente utilizados.

2.2.5 CUADROS ELÉCTRICOS.

La sala estará dotada de dos cuadros eléctricos secundarios que albergarán las correspondientes protecciones para los equipos allí instalados junto con otros dispositivos pertenecientes al ámbito de red de telecomunicaciones.

2.2.6 SALAS CONTIGUAS.

Para el cálculo de las cargas térmicas de la sala hay que hacer un estudio de las salas colindantes a la sala a diseñar (sala SO22), para así determinar el flujo térmico que puede producirse por las distintas paredes.

2.2.6.1 SALAS CLIMATIZADAS.

2.2.6.1.1 SALA S0Z1.

La suite S0Z2 (la sala a tratar en este proyecto) es colindante por una de sus paredes con una sala también dedicada al alojamiento de equipos de telecomunicaciones y racks (sala S0Z1). La temperatura de esta sala corresponde a la de servicio de las salas IT, 22 °C, aunque esta temperatura es flexible dependiendo de las exigencias del cliente recogidas en el contrato, al ser una sala dedicada únicamente a un solo cliente. El rango de temperaturas en las que puede fluctuar la sala está comprendido entre 19-27 °C siendo únicamente una limitación llegar a los 27 °C ya que los equipos pueden verse afectados y detener su funcionamiento. A niveles de eficiencia no es necesario reducir la temperatura de la sala por debajo de la de funcionamiento ya que supone un aumento del consumo energético del equipo de climatización.

2.2.6.2 SALAS NO CLIMATIZADAS.

2.2.6.2.1 ALMACÉN.

La suite S0Z2 colinda con un almacén interior de la nave. El almacén no se encuentra climatizado y se estima una temperatura de 30 °C en verano, se elegirá la mayor temperatura durante el año para situarse en el caso más desfavorable y así sobredimensionar y colocarse del lado de la seguridad (misma temperatura para todas las salas contiguas no climatizadas).

2.2.6.2.2 PASILLO TÉCNICO.

La sala colinda además con un pasillo técnico donde se encuentran las distintas máquinas evaporadoras interiores de clima, tanto de las que se destinarán a la climatización de la misma, como las de las otras salas (sala 1 y sala 2) que se encuentran en producción y de los equipos de climatización de la suite S0Z1. Este pasillo no está climatizado y es transitado únicamente para operaciones de mantenimiento o gestión de las propias máquinas. En este lugar se ubicarán los equipos de climatización calculados en el proyecto ubicados en la pared común de ambos recintos. Ya se indicará en la parte del sistema contraincendios que tanto la impulsión como el retorno se realizan mediante aberturas en la medianera, conducidas por conducto de chapa protegidas por compuertas cortafuegos motorizadas y conectadas a un sistema de control para actuar sobre las máquinas de climatización. Se toma una temperatura de 30 °C para el pasillo técnico.

2.2.6.2.3 PASILLO DE ACCESO A LA SALA.

Para acceder tanto a la suite S0Z1 como a la S0Z2 hay un pasillo que dispone de control de acceso, este pasillo no se encuentra climatizado y se encuentra a una temperatura 30 °C. Este pasillo se encuentra en contacto con la última pared de la sala, quedando ya así definidos todos los recintos que colindan con la suite S0Z2.

Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad

2.2.6.2.4 TECHO.

El techo de la sala de estudio no da al exterior, se encuentra situados dentro de la nave quedando así un espacio entre el techo de la misma y la cubierta de la nave, evitando la radiación directa a la misma, por lo que no se incluirá la radiación solar para el cálculo de las cargas térmicas de la sala. Se estima una temperatura de 30 °C.



Imagen 8. Disposición de las salas.

2.3 CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS.

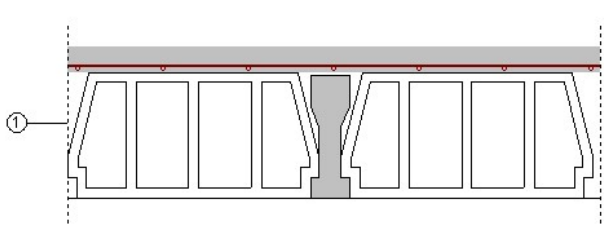
2.3.1 RECINTO.

Para el cálculo de la carga térmica a realizar se tiene en cuenta los materiales de los elementos constructivos de la sala ya que influyen en la transmisión de calor con las salas colindantes.

2.3.1.1 TECHO.

El techo seleccionado para la sala ha sido un forjado unidireccional entre pisos, el techo real de la sala sería de pladur especial contraincendios, al igual que el usado en las paredes. En el programa CypeCad MEP para instalaciones no aparece dicha opción por la que se ha optado por el forjado como solución, adicionalmente si se realizara así la instalación sería necesario colocar una capa de pladur para cumplir los estándares de la EN-50600.

Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad



Forjado unidireccional
1 - Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón): 30 cm Espesor total: 30.0 cm
HE 1: Limitación de demanda energética (Superior)
Uc refrigeración: 1.56 kcal/(h·m ² ·C) Uc calefacción: 2.10 kcal/(h·m ² ·C)
HE 1: Limitación de demanda energética (Inferior)
Uc refrigeración: 2.10 kcal/(h·m ² ·C) Uc calefacción: 1.56 kcal/(h·m ² ·C)
HE 1: Limitación de demanda energética (Voladizo)
Uc refrigeración: 2.46 kcal/(h·m ² ·C) Uc calefacción: 2.05 kcal/(h·m ² ·C)
HR: Protección frente al ruido
Masa superficial: 372.33 kg/m ² Caracterización acústica, Rw(C; Ctr): 56.3(-1; -6) dB Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, Ln,w: 74.0 dB

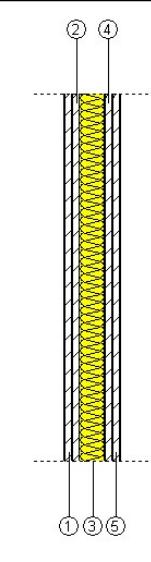
Imagen 9. Características techo.

Nombre	Densidad (kg/m ³)	Conductividad térmica (W/ (m · K))	Resistencia térmica (m ² · K/W)	Calor específico (J/ (kg · K))
Forjado unidireccional	1241,11	1,429	0,21	1000

Tabla 1. Coeficientes de transmisión de calor del forjado entre pisos.

2.3.1.2 PAREDES.

Debido a las exigencias recogidas en la EN-50600 las salas de IT deben recoger ciertas características en las cuales se ven afectadas los materiales de los elementos constructivos de los mismo. Para esto se exige un nivel de seguridad contra incendio garantizando un tiempo mínimo antes de extenderse a otra sala. La pared está formada por cuatro capas de pladur con una capa de lana de roca, colocándose de forma simétrica dos capas de pladur a cada lado de la lana de roca.



Pared de entramado autoportante
1 - Placa de yeso laminado cortafuego (DF) "KNAUF": 1.25 cm 2 - Placa de yeso laminado cortafuego (DF) "KNAUF": 1.25 cm 3 - Lana de roca Confortpan 208 Roxul "ROCKWOOL": 4 cm 4 - Placa de yeso laminado cortafuego (DF) "KNAUF": 1.25 cm 5 - Placa de yeso laminado cortafuego (DF) "KNAUF": 1.25 cm Espesor total: 9.0 cm
HE 1: Limitación de demanda energética
Um: 0.65 W/(m ² ·K)
HR: Protección frente al ruido
Masa superficial: 42.44 kg/m ² Caracterización acústica por ensayo, Rw(C; Ctr): 54.0(-3; -8) dB Referencia del ensayo: CTA-087/08 AER
Seguridad en caso de incendio
Resistencia al fuego: EI 60

Imagen 10. Características cerramiento.

Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad

Nombre	Densidad (kg/m ³)	Conductividad térmica (W/ (m · K))	Resistencia térmica (m ² · K/W)	Calor específico (J/ (kg · K))
Lana de yeso laminado cortafuego (DF)	824,8	0,25	0,05	1000
Lana de roca Confortpan 208	30	0,037	1,0811	840

Tabla 2. Coeficientes de transmisión de calor de los tabiques.

2.3.1.3 SUELO.

La sala cuenta con suelo técnico por el cual se sitúa el cableado eléctrico, así mismo la climatización de la sala se produce a través del suelo técnico accediendo a la sala desde los difusores colocados.

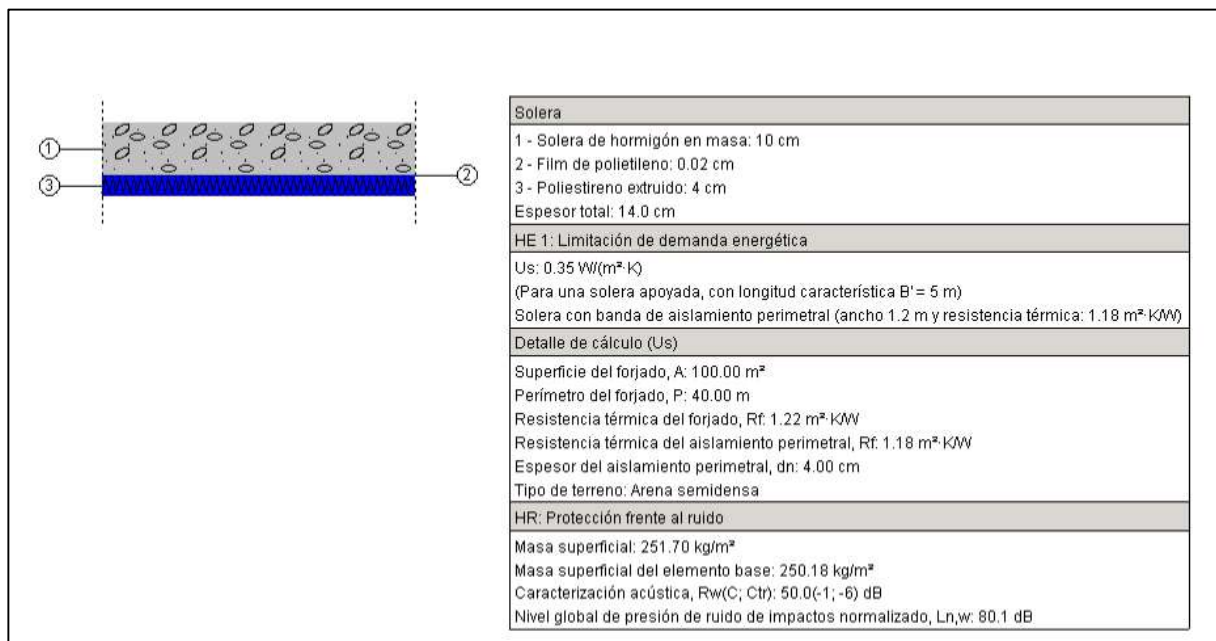


Imagen 11. Características hormigón.

Nombre	Densidad (kg/m ³)	Conductividad térmica (W/ (m · K))	Resistencia térmica (m ² · K/W)	Calor específico (J/ (kg · K))
Solera de hormigón masa	2500	2,3	0,0435	1000
Film de polietileno	920	0,33	0,0006	1000
Poliestireno extruido	38	0,034	1,1765	1000

Tabla 3. Coeficientes de transmisión de calor del forjado.

2.3.2 OCUPACIÓN.

En lo referido al calor aportado por la estancia en la sala de personas y lo ya comentado anteriormente en el apartado 2.2.3 solo se tendrá en cuenta el aporte de una única persona. En cuanto al horario de actividad de la misma a pesar de que lo lógico sería colocar la franja horaria correspondiente a la jornada laboral estándar, los centros de datos están operativos las 24 horas y las operaciones de mantenimiento o acceso a los sistemas se realizan a cualquier hora, además las operaciones que suponen un corte de suministro o posible riesgo de dar fallos al servicio se realizan de madrugada para evitar causar mayores problemas. Con todo lo anteriormente mencionado de dispondrá de un horario completo de 24 horas de posible estancia en la sala.

2.3.3 EQUIPOS.

La sala cuenta con distintos equipos electrónicos que participan en el cálculo de la carga térmica. En este caso la carga aportada por las cámaras no se va a tener en cuenta. En relación a los equipos se tendrá en cuenta los racks con un aporte de 3,5 kW por rack como máximo valor de diseño.

Dentro de los racks se colocarán diversos equipos como:

- PDUs (Power Distributor Unit): Las PDUs son una versión profesional de una regleta de corriente, que se coloca dentro del mismo rack y permite conectar los distintos equipos a la corriente eléctrica. Las tomas de corriente que dispone no son las convencionales sino las tomas del estándar IEC. Por norma general en España suelen ser de 10 A, 16 A y 32 A.
- Cabinas de discos: Las cabinas de discos son dispositivos de almacenamiento de datos. Su función principal es la integridad de los datos RAIDS, la disponibilidad de los mismos, el rendimiento y la eficiencia. Las cabinas físicamente tienen el aspecto de cajones llenos de discos.
- Router: Distintos router para interconectar redes: Juniper, Mikrotik, Dell.

Estos tipos de equipos, las cabinas de discos y routers, pueden llegar a consumir varios kW, pasando también por servidores de distintas potencias que también se instalan en los racks.

También se instalan equipos de pocos W de consumo como los switches.

La instalación contará con 12 racks con posibilidad de ampliación a dos más, por lo que el cálculo de cargas térmicas se realizará sobre la hipótesis de 14 racks. También se estima por experiencia operativa, que existe un factor de simultaneidad de 0,9 de funcionamiento.

	Total	Sensible
Equipos [kW]	44,1 kW	44,1 kW

Tabla 4. Carga térmica de aportación por aparatos.

2.3.4 ILUMINACIÓN.

La iluminación seleccionada contribuirá a la carga térmica de la sala.

	Total	Sensible
Luces [kW]	0,33kW	0,33kW
Luces emergencia [kW]	0,006kW	0,006kW

Tabla 5. Cargas térmicas por iluminación.

2.3.5 RADIACIÓN SOLAR.

En el proyecto aquí desarrollado la influencia de la radiación solar, tanto directa o difusa, no afecta al cálculo de cargas realizado. La sala se encuentra en el interior de la nave, no recibe radiación en ninguna de sus paredes y tampoco las salas colindantes a la sala a tratar. En cuanto a la radiación que recibe la cubierta de la nave no se transmite al techo de la sala que no está en contacto con la cubierta. En los cálculos realizados en CypeCad MEP se ha intentado reconstruir la nave y sus elementos constructivos, se ha colocado una segunda planta vacía y se ha supuesto la cubierta plana. Quedando así la sala aquí desarrollada aislada de la radiación solar exterior. Pero si afectada por el calor acumulado en esa segunda planta vacía a través de la conducción por techo/suelo.

2.4 CONDICIONES EXTERIORES.

La nave se encuentra en el polígono de Fuente del Jarro, en Paterna, como ya ha sido mencionado anteriormente. El clima en Paterna se conoce como un clima de estepa local. Los valores de temperatura media anual son de 17,6 °C siendo la media anual de temperaturas máximas de 22,8 °C correspondiente a los meses de verano y la media anual de temperaturas mínimas de 12,4 °C correspondientes a los meses de invierno. La humedad relativa media es del 63%. Todos estos valores climatológicos se obtienen de la Aemet correspondientes al aeropuerto de Valencia, que por proximidad al emplazamiento de la nave se toman como datos de estudio.

2.5 CONDICIONES INTERIORES.

Las condiciones de funcionamiento de la sala están determinadas por las temperaturas admisibles para los equipos instalados en los racks. Los clientes que ubican sus equipos en este tipo de instalaciones suelen exigir un rango de temperaturas para el cual los equipos puedan funcionar en correctas condiciones, solo se penaliza si se llega a superar una temperatura límite que se encuentra recogida en el contrato entre el cliente y la empresa que suele rondar los 25-27 °C. Si se superase esta temperatura se tendría que indemnizar al cliente. Los rangos de funcionamiento habituales de temperatura rondan entre los 20-25 °C, no siendo óptimo bajar de 20 °C por no obtenerse ningún beneficio operativo. La humedad relativa de la sala se establece en el 50% como valor de referencia, pero que sobre la cual no se va a realizar ningún tipo de control por no ser necesario.

2.6 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.

2.6.1 HORARIO DE FUNCIONAMIENTO.

El horario de funcionamientos de las salas IT es ininterrumpido, trabajan las 24 horas todos los días del año. Al tratarse de un sistema redundante las máquinas de climatización no trabajan realmente todas las 24 horas, debido a su intercambio de funcionamiento entre ellas, además de su regulación cuando la sala ha alcanzado la temperatura de funcionamiento monitorizada por sondas de temperatura. A efectos operativos la sala está siempre climatizada.

2.6.2 SISTEMA DE INSTALACIÓN ELEGIDO.

Con todo lo mencionado anteriormente se realiza el cálculo de las cargas térmicas mediante el programa CypeCad MEP en el apartado de instalaciones de climatización.

Como datos a resaltar se ha supuesto, para la sala de estudio, una ocupación total de una persona, unas cargas por equipos de 44,1 kW y 0,336 kW provenientes de la iluminación y sin aporte de ventilación exterior.

Las posibles infiltraciones de aire provenientes de la apertura de la puerta de acceso para realizar alguna labor en la sala se han desestimado, el aire entrante se mezclará con el aire del interior de la sala pudiendo tener una mínima influencia en la temperatura global que en todo caso será compensada por el equipo de climatización.

Para las salas contiguas, no climatizadas, como son los pasillos, el almacén y el recinto definido del supuesto piso superior se han contado con una ocupación de un par de personas, al tratarse de los pasillos de acceso a las salas IT o al pasillo técnico donde se encuentran las evaporadoras.

Se ha tomado una temperatura de 30 grados para las salas contiguas. Debido a la ubicación de la nave, el rango de oscilación de las temperaturas de invierno a verano es amplio, suponiendo la situación más desfavorable, nos encontraríamos dentro del lado de la seguridad pudiendo garantizar que los equipos tienen potencia suficiente para vencer las pérdidas que se pueden generar cuando las salas contiguas se encuentran a altas temperaturas.

Las oficinas están ubicadas alejadas de las salas IT por lo que el tránsito de los pasillos se reduce a labores de mantenimiento o manipulación de los equipos.

Recinto	
Referencia	: S0Z2
Conjunto	: Planta baja - S0Z2
Tipo	: Oficinas
Superficie útil	: 37.6 m ²
Superficie construida	: 38.8 m ²
Volumen	: 101.64 m ³
Altura libre entre forjados	: 2.70 m
Volumen neto	: 87.82 m ³
Altura libre	: 2.33 m
CARGAS DE REFRIGERACIÓN	
Potencia total de refrigeración	: 46020.19 W
Carga interna latente	: 52.72 W
Carga interna sensible	: 45967.47 W
Potencia térmica por superficie	: 1222.5 W/m ²
Factor calor sensible	: 1.00
CARGAS DE CALEFACCIÓN	
Potencia total de calefacción	: 873.90 W
Carga interna sensible	: 873.90 W
Potencia térmica por superficie	: 23.2 W/m ²


Imagen 12. Resultados cálculo de cargas térmicas de la sala S0Z2 mediante CYPECAD MEP correspondiente al apartado de climatización.

2.6.3 MÁQUINAS SELECCIONADAS.

Una vez conocidas las cargas térmicas que se han de vencer en la sala para conseguir la temperatura operativa requerida pasamos a la selección de las máquinas de clima. Para este proyecto se ha optado por las máquinas ofrecidas por la empresa Hiref. Se han valorado también máquinas de las empresas Stulz y Vertiv eligiéndose las Hiref finalmente por la relación calidad-precio.

Para nuestro caso se ha seleccionado un equipo modelo 10TADROS32_FBO, con las siguientes características:

Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad

 TADR Downflow air cooled CRAC unit [#1] 10TADR0532_FB0		
Datos de Input		
Modelo Solicitado		10TADR0532_FB0
Enfriamiento		
User Air Temp.	°C	25
User Relative humidity	%	50
Source Air Temp.	°C	40
Source Relative humidity	%	50
Common Inputs		
Refrigerante		R410A
Alimentación eléctrica		50Hz-400V
Altitude Inputs		
Altitud sobre el nivel del mar	m	0
User Fan Inputs		
User AESP	Pa	30
Remote Condensers Selection		
Selección Condensador Remoto		STANDARD 2xSINGLE CIRCUIT COMPACT
Additional Internal Coil		
H3_SelectHeatingCalculation		H3_COILCALCULATIONMODE- DISABLED
H3_HeatingWaterTemperatureIn	°C	45
H3_HeatingWaterTemperatureOut	°C	40
H3_HeatingWaterGlycolPercentage	%	0

Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad

Datos de Output

Modelo Solicitado	10TADR0532_FBD	
Selección Condensador Remoto	STANDARD 2xSINGLE CIRCUIT COMPACT	
Enfriamiento		
Potencia Frigorífica	kW	53,45
Potencia frigorífica sensible	kW	49,91
SHR		0,93
Potencia absorbida compresor	kW	18,40
Corriente absorbida compresor	A	29,5
Potencia absorbida ventiladores	kW	2,46
Corriente absorbida ventiladores	A	3,9
EER		2,90
Caudal aire nominal	m ³ /h	14150
Temperatura aire de Impulsión	°C	14,79
Velocidad aire en la batería	m/s	2,57
Numero ventiladores		2
Fans Type	plug EC series	
Tipo de motor eléctrico para el ventilador	Brushless with integrated electronic	
Características del ventilador	<= Q 6,3 according ISO 1940-1	
Tipo de protección del motor	IP 54 according EN 60529	
Velocidad variable	Stepless by means of mP keyboard	
Common Data		
Presión disponible	Pa	30
Máxima Presión disponible	Pa	539
lp @ Nominal rpm ; dist.= 2 m Q=2	db(A)	67
Potencia sonora	db(A)	81
Tipo de compresor	Scroll	
Nº de Compresores / Circuitos	2/2	
FLA (excluidos opcionales)	A	40,0
LRA (excluidos opcionales)	A	150,0
Carga aceite compresor	dm ³	3,2
Potencia resistencias eléctricas	kW	14,8
Máxima capacidad Humidificador	kg/h	8,00
Potencia absorbida Humidificador	kW	6,00
Área frontal evaporador	m ²	1x1,5
Nº Rangos	4	
Material aletas	Hydrophilic without silicates	
Condensador	Remote condenser	
Refrigerante	R410A	

Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad

Dimensiones [L x H x D]	mm	2030x1998x805
Peso	kg	740
Alimentación eléctrica	V/ph/Hz	400 / 3+N / 50
Remote Condenser Data		
Remote Condenser Model		2xPEC3N-313
Caudal aire	m ³ /h	7200
(Lp) Presión sonora @ 10m en campo abierto	db(A)	44
Dimensiones [L x D x H]	mm	1858x404x575
Alimentación eléctrica	V/ph/Hz	230 / 1 / 50
Caudal agua	m ³ /h	0
Perdidas de cargas totales lado agua	kPa	0
Potencia absorbida ventiladores	W	510
Peso	kg	58
Perdidas de carga agua	dm ³	0
Numero ventiladores		3 x 350

Imagen 13. Características del equipo seleccionado de la marca Hiref.

El modelo seleccionado cumple con los requerimientos necesarios para el correcto funcionamiento de los servidores alojados en la sala, podemos resaltar que trabaja a 400 V, tiene un SHR de 0,93 y un EER de 2,90, cuenta con una potencia sensible de 49,91 kW y compresor tipo scroll.

Las tuberías de entrada de la línea de líquido refrigerante tienen un diámetro de 16 mm y las de salida de la línea de gas de 22 mm. Utilizando estas medidas para seleccionar posteriormente el aislante de las mismas para mejorar así el rendimiento. Las tuberías de retorno a las condensadoras se aíslan también, a pesar de que así no se consiga disminuir la temperatura del gas y mejorar algo su rendimiento, ya que éstas se encuentran dentro del edificio y aumentaría la temperatura tanto del pasillo técnico como de las otras zonas por donde pasan.

Las dimensiones de los equipos evaporadores son 2030x1998x805 (LxHxD) mientras que las condensadoras tienen unas dimensiones de 1858x404x575.

Como ya se ha mencionado anteriormente se colocarán dos máquinas climatizadoras para garantizar la redundancia en la sala (sistema n+1), así finalmente se contará con dos máquinas evaporadoras colocadas en el pasillo técnico y cuatro unidades condensadoras, dos por evaporadora, que se situarán en el exterior del edificio.

Por último, para la instalación de las evaporadoras se colocarán compuertas cortafuegos tanto en los conductos de impulsión como en los de retorno para asegurar la protección ante un incendio y cumplir con la sectorización existente en el edificio. Estas compuertas son acordes a las exigencias de la EN-50600 por la cual el tiempo transcurrido mínimo antes de la propagación del incendio a otras salas ha de ser de 120 minutos, el mismo tiempo que ha de aguantar el pladur de las paredes, siendo este un pladur especial, pladur tipo F según norma EN 520, formado por un alma de yeso y fibra de vidrio, para cumplir con la normativa anteriormente descrita.

Se han seleccionado, para la máquina de clima seleccionada, las compuertas cortafuegos rectangulares NCF 2 (compuerta cortafuego rectangular EI 120 S accionamiento por fusible térmico) con unas

Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad

dimensiones LxH de 650x300 mm para las compuertas colocadas en los conductos de impulsión del aire y de 550x500 mm para las compuertas en los conductos de retorno.

En total se colocarán 4 compuertas de cada, dos para cada máquina de clima.

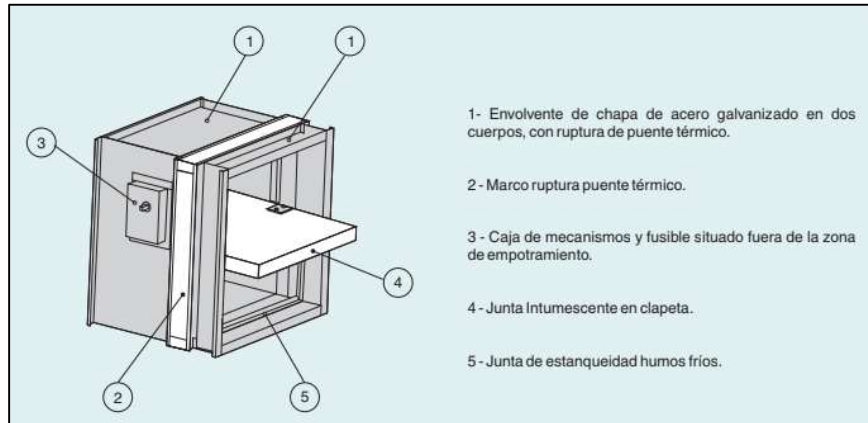


Imagen 14. Compuerta cortafuegos del catálogo de Airsum.

Los pequeños huecos que se puedan ocasionar para la colocación de las compuertas en la pared se rellenarán también con espuma resistente al fuego.

Se ha elegido la espuma Pattex FR77 de poliuretano monocomponente resistente al fuego, esta espuma se expande y endurece por acción de la humedad ambiental, es resistente al fuego según norma europea EN 1366-4.

2.6.3.1 UNIDADES EXTERIORES.

Las unidades condensadoras se instalarán en el exterior del Centro de Datos, en un lateral de la nave. Para ello se creará una bancada con soportes metálicos tanto para las condensadoras que se colocaran sobre la pared como para las que irán en el suelo. Se comprobará que los soportes aguantan esta carga, así como la instalación de elementos anti vibratorios que pudieran trasladar las vibraciones.

El circuito de fluido frigorífico estará debidamente aislado con aislante de espuma y además se unirán mediante cinta autoadhesiva para evitar que se introduzca agua de lluvia o rocío que puedan degradar con el tiempo las tuberías.

2.6.3.2 UNIDADES INTERIORES.

Se utilizarán equipos específicos, para climatización de precisión, diseñados para el centro de datos. Estas unidades se instalarán en el pasillo técnico, contra la pared que da a la sala a refrigerar, siguiendo siempre las instrucciones del fabricante en cuanto a espacios para mantenimiento.

Se colocarán sobre una bancada metálica realizada a medida, complemento necesario para salvar el falso suelo, con amortiguadores antivibratorios para evitar la transmisión de vibraciones. Impulsarán aire por la parte inferior hacia un plenum del suelo y lo recogerán por la parte superior del ambiente de la sala. Se pondrá especial cuidado en los remates perimetrales de las compuertas cortafuegos para evitar fugas de aire.

Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad

Las unidades de refrigeración estarán controladas por microprocesador para el control y supervisión del rendimiento y funcionamiento de forma remota.

Disponen de control de temperatura independiente para cada grupo de climatizadores.

La alimentación eléctrica se realizará directamente a cada unidad desde el cuadro eléctrico a través de protecciones magnetotérmicas diferenciales previstas, con interruptor único para cada máquina.

2.6.3.3 CIRCUITO DE GAS.

Cada unidad interior estará conectada a su unidad condensadora mediante un circuito frigorífico para gas y líquido (impulsión y retorno). Este circuito será independiente por cada unidad interior, se realizará mediante tubos de cobre de calidad frigorífica, con soldaduras adecuadas con porcentaje de plata según requerimientos de presiones del gas refrigerante usado, para evitar fugas en un futuro y soldadas en atmósfera de Nitrógeno para evitar cascarillas propias del soldado normal. En la zona exterior el aislamiento de las tuberías se realizará mediante canaleta de plástico o chapa de aluminio, pero debido a la disposición de éstas y la limitación de espacio para la colocación de las unidades exteriores no se instalará y se protegerán mediante pintura específica que soporta las inclemencias exteriores y el degradado solar. Las tuberías serán soportadas a techo y pared mediante abrazaderas contemplando las posibles dilataciones, a distancias según normativa aplicable teniendo en cuenta la carga a soportar.

Al ser la distancia de montaje de las líneas frigoríficas menor de 20 metros no será necesario el montaje de filtro de aceite.

Antes de la carga definitiva de gas refrigerante se realizará una prueba de presión con nitrógeno durante al menos 24 horas a una presión de al menos 20 bares para comprobar si hay posibles fugas en las soldaduras realizadas, así como una limpieza posterior y prueba de vacío.

Una vez comprobado se realizará la carga del gas refrigerante del cual se estiman 30 kg. Se usará una balanza homologada para contemplar los kg a cargar, así como el aceite correspondiente.

2.6.4 AISLAMIENTO DE LAS TUBERÍAS.

Las tuberías de los equipos de climatización contarán con un aislamiento según lo descrito en el RITE IT 1.2.4.2.1 sobre el aislamiento térmico de redes de tuberías. En él se recogen las características del mismo las cuales afectan a este proyecto.

Además, los equipos y tuberías deben cumplir con la normativa en materia de aislamiento que determine el fabricante de manera que una vez conocidas ambas se optará por la más segura.

En el procedimiento simplificado los espesores mínimos de aislamiento térmicos, expresados en mm, en función del diámetro exterior de la tubería sin aislar y de la temperatura del fluido en la red y para un material con conductividad térmica de referencia a 10 «C de 0,040 W/(m·K) deben ser los indicados en las tablas que se encuentran a continuación.

Los espesores mínimos de aislamiento de equipos, aparatos y depósitos deben ser iguales o mayores que los indicados en las tablas anteriores para las tuberías de diámetro exterior mayor que 140mm.

Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad

Los espesores mínimos de aislamiento de las redes de tuberías que tengan un funcionamiento continuo, como redes de agua caliente sanitaria o como nuestro caso refrigerante, deben ser los indicados en las tablas anteriores aumentados en 5 mm.

Los espesores mínimos de aislamiento de las redes de tuberías que conduzcan, alternativamente, fluidos fríos y calientes serán los obtenidos por las condiciones de trabajo más exigentes.

Los espesores mínimos de aislamiento de las redes de tuberías de retorno serán los mismos que los de las redes de tuberías de impulsión.

Los espesores mínimos de aislamiento de los accesorios de la red, como válvulas, filtros, etc., serán los mismos que los de la tubería en la que estén instalados.

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
$D \leq 35$	25	25	30
$35 < D \leq 60$	30	30	40
$60 < D \leq 90$	30	30	40
$90 < D \leq 140$	30	40	50
$140 < D$	35	40	50

Tabla 6. Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el interior de edificios.

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
$D \leq 35$	35	35	40
$35 < D \leq 60$	40	40	50
$60 < D \leq 90$	40	40	50
$90 < D \leq 140$	40	50	60
$140 < D$	45	50	60

Tabla 7. Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el exterior de edificios.

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
$D \leq 35$	30	20	20
$35 < D \leq 60$	40	30	20
$60 < D \leq 90$	40	30	30
$90 < D \leq 140$	50	40	30
$140 < D$	50	40	30

Tabla 8. Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos fríos que discurren por el interior de edificios.

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
$D \leq 35$	50	40	40
$35 < D \leq 60$	60	50	40
$60 < D \leq 90$	60	50	50
$90 < D \leq 140$	70	60	50
$140 < D$	70	60	50

Tabla 9. Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos fríos que discurren por el exterior de edificios.

Una vez seleccionado los espesores del aislamiento a colocar para las tuberías, que serán de 40mm para las tuberías que transportan fluido caliente y de 55mm para las que transportan fluido frío, se usará Rubaflex como marca del aislante.

Este aislamiento tiene una longitud de 2 metros y tendrá el diámetro de cada tubería, 16 y 22 mm de diámetro. Las uniones entre distintos aislamientos se reforzarán con cinta adhesiva resistente al agua para mantener el óptimo aislamiento de la tubería.

2.6.5 REFRIGERANTE.

Los hidrocarburos halogenados han venido siendo utilizados de manera habitual en numerosos sectores como los refrigerantes.

Sin embargo, entre las características de estas sustancias hay que destacar su contribución al calentamiento de la atmósfera, así como el alto poder destructivo del ozono atmosférico de aquellos compuestos que contienen cloro y/o bromo.

Esto ha obligado a que gran parte de estas sustancias hayan sido reguladas por el Protocolo de Montreal sobre sustancias que agotan la capa de ozono, y por el Protocolo de Kioto sobre gases de efecto invernadero.

En consonancia con esta política, se aprobó el Reglamento (CE) nº 517/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo sobre los gases fluorados de efecto invernadero. Dicho reglamento incluye limitaciones y prohibiciones a su uso, así como medidas para fomentar la contención de las emisiones y la recuperación de estos fluidos.

El Reglamento (CE) nº 517/2014 (F-GAS) tiene como objetivo primordial la protección del medio ambiente mediante la reducción de las emisiones de gases fluorados de efecto invernadero mediante el establecimiento de:

- Normas sobre contención, uso, recuperación y destrucción de gases fluorados de efecto invernadero.
- Condiciones a la comercialización de productos y aparatos específicos que contengan gases fluorados de efecto invernadero o cuyo funcionamiento dependa de ellos.
- Condiciones a usos específicos de gases fluorados de efecto invernadero, y fija límites cuantitativos para la comercialización de hidrofluorocarburos.

Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad

Para este proyecto se ha elegido el R-410A como refrigerante. Se estiman 30 kg de refrigerante.

El R-410A es una mezcla de gases refrigerantes HFC casi azeotrópica desarrollada como sustituto con cero agotamientos a la capa de ozono para el R-22 en equipos nuevos de climatización.

El R-410A trabaja a presiones superiores y únicamente con aceite sintético POE. Accesorios de cobre, tubería, válvulas, compresores, etc. deben ser diseñados para soportar el aumento de presión del R-410A.

Las características del R-410A son:

- No daña la capa de ozono, tiene un ODP (Ozone-Depleting Potential) = 0.
- Únicamente compatible con aceites sintéticos POE.
- Potencial de calentamiento atmosférico PCA (GWP) = 2088.
- Punto de ebullición a 1,013 bar (°C): -51,58.
- Deslizamiento de temperatura o glide (°C): 0.1.
- Densidad vapor saturado a 25 °C (kg/m³): 61,5.
- Clasificación de seguridad: A1. Baja toxicidad y no inflamable.

2.6.6 REJILLAS / DIFUSORES.

El sistema de climatización y acondicionamiento térmico de la sala de servidores será de funcionamiento continuo durante todo el año, para dotar de características termohigrométricas, y presurización que se exigen en un Centro de Proceso de Datos.

El falso suelo técnico será utilizado como plénum de impulsión del aire en sobrepresión mediante el uso de equipos de climatización de impulsión inferior. La salida de aire climatizado será mediante baldosa técnica con rejilla lineal de tipo pisable.

Características técnicas de las rejillas de ventilación:

- Modelo GAU 45-1.
- Fabricada en aluminio anodizado natural.
- Dimensiones 599x599 mm.
- Marco de aluminio extruido, anchura 6 mm.
- Resistente para una carga repartida de 2500 kg/m².

Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad

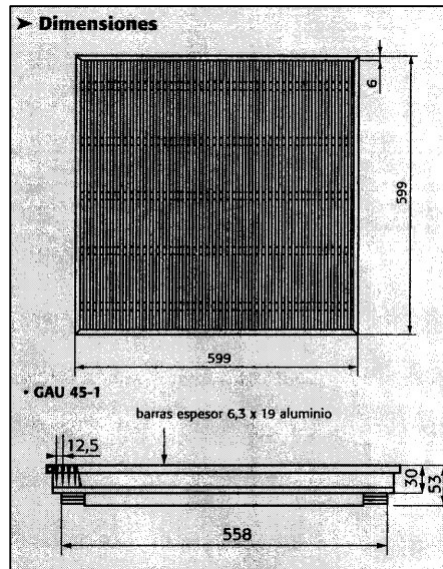


Imagen 15. Vistas de la rejilla.

El acabado de estas rejillas quedará a ras de suelo técnico, no permitiéndose que exista escalón apreciable, para evitar riesgos de caídas, atrapamientos, o enganchones con el equipamiento IT.

3 INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

3.1 ILUMINACIÓN.

Para diseñar la instalación de alumbrado existen diversos criterios; pero en el proyecto aquí desarrollado se han empleado los de uniformidad, deslumbramiento, iluminancia horizontal y curvas de distribución luminosa.

- La iluminancia media (E_m), cuya unidad es el lux (lm/m^2), se define como la densidad de flujo luminoso en lúmenes (lm) que atraviesa una superficie de $1m^2$.
- El flujo luminoso es la cantidad de luz o energía luminosa que emite una fuente de luz por unidad de tiempo, es decir, la potencia luminosa total que emite una fuente corregida a la sensibilidad a las diferentes longitudes de onda del ojo humano.
- El rendimiento cromático muestra con que exactitud es capaz la fuente de luz de reproducir el color del objeto sobre el que incide.
- La uniformidad es el cociente entre la iluminación mínima y la máxima de un local. Se considera una buena uniformidad a partir del 80% en el alumbrado general.
- El índice de deslumbramiento unificado (UGR) compara entre la luz que incide en los ojos del receptor con la iluminación de fondo. Si la iluminación es uniforme, el UGR será bajo, de lo contrario, si hay puntos de luz más intensos que otros sobre un fondo oscuro, el UGR será bajo. El deslumbramiento es un fenómeno a evitar, ya que puede causar malestar en los trabajadores y las trabajadoras.
- La iluminancia horizontal viene determinada por el tipo de actividad que se realiza en él, como se indica en la norma UNE 12464.1.

15. Centrales de energía eléctrica		E_{mlux}	UGR	R_a	
15.1	Planta de suministro de combustible	50	-	20	- Se deben reconocer los colores de seguridad
15.2	Alojamiento caldera	100	28	40	
15.3	Salas de máquinas	200	25	80	
15.4	Salas laterales (de bombas, de condensadores...)	200	25	60	
15.5	Salas de control	500	16	80	- Los paneles de control suelen estar en vertical - Puede requerirse regulación del flujo luminoso
15.6	Aparatos de conmutación exterior	20	-	20	

Imagen 16. Cuadro requerimientos según UNE 12464.1.

Las curvas de distribución luminosa son muy descriptivas para seleccionar el alumbrado ya que representan la intensidad luminosa mediante coordenadas polares.

Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad

3.1.1 DISEÑO DEL ALUMBRADO GENERAL.

Para poder diseñar el alumbrado de nuestra sala primero debemos introducir el concepto de Iluminancia.

La iluminación dispondrá de sistemas de activación mediante mecanismos en la pared del tipo interruptor / conmutador o detector de presencia.

De forma general, la instalación de alumbrado proporcionará valores de iluminancia medios no inferiores a 150 lux en nivel de suelo acabado y de 500 lux en el plano horizontal situado a 150 cm sobre el suelo acabado. Los niveles serán a su vez adecuados para cumplir con el resto de prescripciones establecidas por la normativa vigente.

Para este tipo de actividad industrial no se recogen normativas específicas y hay que intentar adecuarse a otras similares y adoptar sus requerimientos ya que específicamente no hay referencias a centros de datos. Los datos citados anteriormente pertenecen a un pliego de prestaciones técnicas de la instalación de un nuevo centro de datos redundante en ámbito aeroportuario. Juntando ambas aportaciones podemos considerar un nivel de iluminación de 500 lux para el desarrollo del proyecto de la sala S022.

La iluminancia media del local se ha calculado con la ayuda del programa informático DIALux evo.

3.1.2 DISEÑO DEL ALUMBRADO DE LA SALA S022.

Para el alumbrado de la sala se ha empleado una luminaria de interior, empotrada en el techo para proporcionar una mayor uniformidad y tipo LED. Cumpliendo estas características y alguna más relacionadas con la estética se ha seleccionado la luminaria INSAVER LED II 150 HIGH OUTPUT WW EB PLUS, a partir del catálogo de DIALux.

Nº de artículo	3098189 + 3098128
P	22.0 W
$\Phi_{\text{Lámpara}}$	1879 lm
$\Phi_{\text{Luminaria}}$	1780 lm
η	94.73 %
Rendimiento lumínico	80.9 lm/W
CCT	3000 K
CRI	85

Imagen 17. Características de la luminaria.

Siendo:

- P – Consumo de potencia eléctrica (W)
- CCT – Temperatura del cuerpo de un proyector térmico, que se utiliza para la descripción de su color de luz.
- CRI – Índice de reproducción cromática de una luminaria o de una fuente de luz.

Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1	g_2	Índice
Sala SO22 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 1,500 m, Zona marginal: 0,000 m	564 lx (≥ 500 lx) ✓	139 lx	879 lx	0.25	0.16	S2

Imagen 18. Características sala SO22.

Siendo:

- E (nominal) – Iluminancia media de la sala a la altura del plano de trabajo.
- g_1 – Uniformidad total de la iluminancia sobre una superficie. Es el cociente de E_{\min} y E .
- g_2 – “Desigualdad” de la iluminancia sobre una superficie. Es el cociente entre E_{\min} y E_{\max} .



Imagen 19. Luminaria seleccionada.

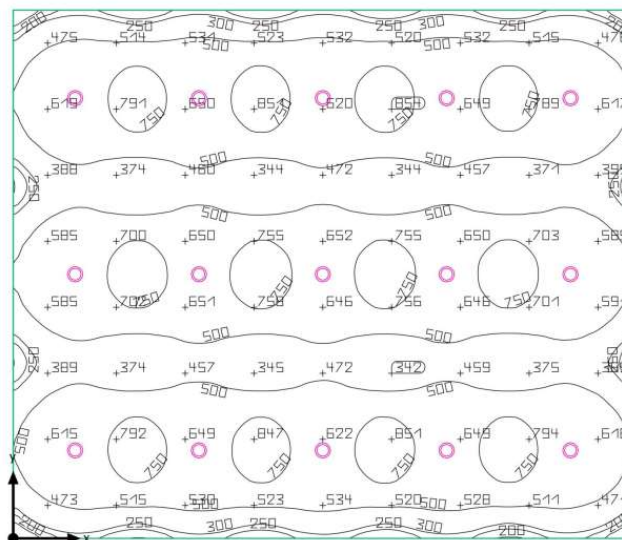


Imagen 20. Isolíneas sala SO22 (plano de trabajo a 1.5m).

- Número de luminarias 15.
- Grados de reflexión:
 - o Techo 70%.
 - o Paredes 50%.
 - o Suelo 20%.
- Factor de degradación: 0.80 (Global).

Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad

También, con la disposición y luminarias indicadas se han realizado los cálculos para obtener los valores de iluminancia del suelo, que han de ser mayores de 150 lux.

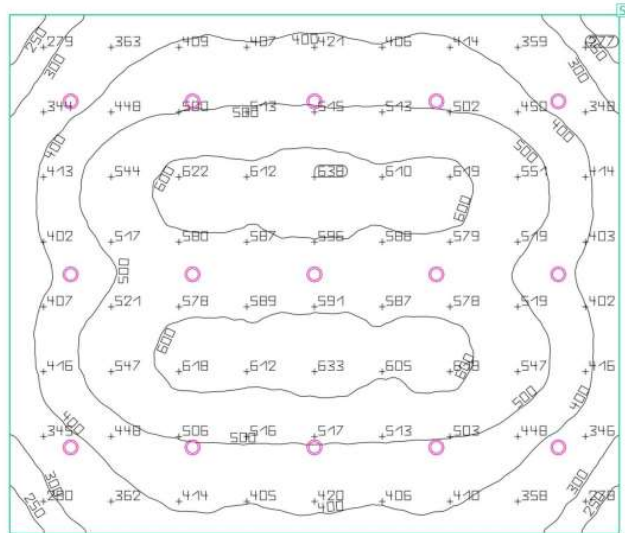


Imagen 21. Isolíneas sala SO22 (plano de trabajo 0m).

Contando con:

- Iluminancia media de 477 lux.
- Iluminancia mínima 207 lux.
- Iluminancia máxima 641 lux.
- $g_1 = 0.43$.
- $g_2 = 0.32$.

3.1.3 ALUMBRADO DE EMERGENCIA.

Según el CTE-Seguridad de utilización y accesibilidad el objetivo del mismo consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios sufren daños inmediatos en el uso previsto de los edificios.

La sala constará de un alumbrado de emergencia que, en caso de fallo del alumbrado normal, suministre iluminación necesaria para facilitar la visibilidad a los usuarios de manera que puedan abandonar la sala.

Según el uso de la sala ya comentado anteriormente se considerará de ocupación nula ya que es accesible únicamente a efectos de mantenimiento o manipulación ocasional.

El alumbrado de emergencia tendrá como fin la evacuación de la sala y se colocará en las rutas de evacuación, deberá proporcionar, a nivel de suelo, y en el eje de los pasos principales, una iluminancia mínima de 1 lux.

El alumbrado de evacuación deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista.

Se considera ruta de evacuación al recorrido que conduce desde un origen de evacuación hasta una salida de planta o hasta una salida de edificio.

Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad

La iluminación de las señales de evaluación indicativas de las salidas debe cumplir los siguientes requisitos:

La iluminación de cualquier área de color de seguridad de la señal debe ser al menos de 2 cd/m^2 en todas las direcciones de visión importantes.

La relación de la iluminancia máxima a la mínima dentro del color blanco o de seguridad no debe ser mayor de 10:1, debiéndose evitar variaciones importantes entre puntos adyacentes.

La relación entre la luminancia L_{blanca} y la luminancia $L_{\text{color}} > 10$, no será menor que 5:1 ni mayor que 15:1.

Las señales de seguridad deben estar iluminadas al menos al 50% de la iluminancia requerida, al cabo de 5 segundos, y al 100% al cabo de 60 segundos.

Mediante el programa CYPE, versión CYPECAD MEP 2013, se han realizado los cálculos de la iluminancia de emergencia.

Siguiendo así con las condiciones exigidas se situará al menos a 2 m por encima del suelo y sobre la puerta de acceso centrada a una altura de 2,04m. Se ha elegido una luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6W – 5G con un flujo luminoso de 210 lúmenes.

Iluminación de las señales de seguridad:

		NORMA	PROYECTO
<input checked="" type="checkbox"/>	Luminancia de cualquier área de color de seguridad	$\geq 2 \text{ cd/m}^2$	3 cd/m^2
<input checked="" type="checkbox"/>	Relación entre la luminancia máxima/mínima dentro del color blanco o de seguridad	$\leq 10:1$	10:1
<input checked="" type="checkbox"/>	Relación entre la luminancia L_{blanca} y la luminancia $L_{\text{color}} > 10$	$\geq 5:1$	
		$\leq 15:1$	10:1
<input checked="" type="checkbox"/>	Tiempo en el que se debe alcanzar cada nivel de iluminación	$\geq 50\%$	--> 5 s
		100%	--> 60 s

Imagen 22. Condiciones iluminación de emergencia.



Imagen 23. Luminaria de emergencia.

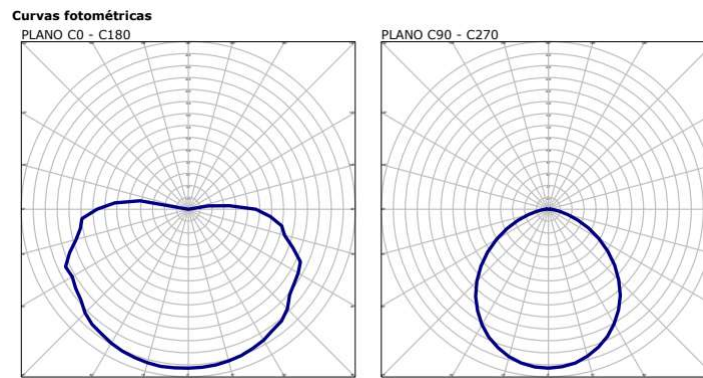


Imagen 24. Curvas fotométricas de la luminaria de emergencia.

3.2 POTENCIA TOTAL INSTALADA Y DEMANDA.

La potencia requerida para el funcionamiento de la sala la forman: la potencia que demandan los servidores instalados en los racks, el alumbrado y la potencia para las tomas de corriente suplementarias.

Sin embargo, no se va a tener en cuenta toda la potencia de las tomas de corriente ya que no son usadas habitualmente, salvo para conectar algún ordenador portátil, medidor, etc.

Como se ha comentado anteriormente, la potencia consumida final vendrá afectada por un coeficiente de simultaneidad de 0,9, contrastado por la experiencia registrada en otras salas del Data Center.

En relación a la instalación eléctrica para los equipos de la sala, y siguiendo la norma EN 50600 se dispondrá de dos líneas distintas de alimentación para cada uno de los racks (modelo $n + 1$), contando así con dos cuadros eléctricos con sus protecciones para cada uno. A modo resumen se realizará el cálculo para las líneas de alimentación que resultaran iguales para ambas, solo cambiando el acceso de cada una de ellas a la sala. Las líneas de alimentación vienen de dos ramas A y B, de dos grupos de SAI diferentes para poder balancear cargas y lograr redundancias. Para poder beneficiarse de este sistema también los servidores instalados deben de contar con dos fuentes de alimentación redundantes.

El centro cuenta con dos SAI, estos proporcionan energía eléctrica a los servidores los cuales necesitan de una alimentación permanente y de calidad, para estar siempre operativos y sin fallos (picos o caídas de tensión). Estas también dan respuesta a la demanda de los servidores para obtener una alta densidad de potencia, alto rendimiento de potencia y disponibilidad.

Se pueden instalar en paralelo por lo que permiten aumentar la capacidad y la redundancia. También permiten la conexión a dos suministros de entrada independiente para aumentar su disponibilidad.



Imagen 25. Sistema de Alimentación Ininterrumpida de la marca APC.

La alta disponibilidad necesaria en los centros de datos hace que se cuente con varios sistemas de alimentación redundantes para evitar parar el funcionamiento de los servidores y equipo de los racks. Para esto el centro de datos también cuenta con un equipo de baterías para dar continuidad en caso de que fallase la alimentación de las dos líneas. Estas baterías están ya instaladas en el centro y cubren el funcionamiento de las salas activas por lo que cuando se realice la ampliación de esta sala ya contará con las baterías. El servicio de estas baterías en caso de ser utilizadas abastece al centro durante 40 minutos, en caso de llegar a este punto sin haber conseguido solucionar los problemas de la red el centro cuenta también con un grupo electrógeno para conseguir suministro energético de manera ininterrumpida al abastecerse de un depósito de fuel que va siendo rellenado gracias a un contrato de suministro con una empresa suministradora que se compromete al no desabastecimiento.

Todas estas alternativas ante un posible fallo en la alimentación en la red garantizan el funcionamiento ininterrumpido de los servidores. Esto junto con otras medidas de redundancia en equipos de climatización o mediante sistemas de detección temprana de incendios hacen que estas salas IT sean un lugar fiable y seguro para depositar los servidores de distintas empresas de operadores de telecomunicaciones o empresas del sector tecnológico.

3.2.1 SALA SO22.

La sala de estudio a tratar cuenta con 12 + 2 racks, la potencia del alumbrado y una toma de corriente en pared.

Para el estudio de la potencia a instalar se ha tenido en cuenta un consumo por rack de 3,5 kW correspondiente al valor máximo de potencia de diseño de éstos como valor medio del mercado. Realmente el consumo de los servidores no es siempre el máximo pudiendo variar su consumo de potencia. El sobredimensionamiento en este caso favorece el correcto funcionamiento de los equipos ante un aumento de la potencia demandada. Este tipo de actividades industriales, los centros de datos, realizan la función de dar soporte a los clientes además de suministro eléctrico y garantizar su funcionamiento ininterrumpido garantizando la climatización de éstos y proporcionando la seguridad necesaria crítica requerida por las empresas. Por eso todas las instalaciones alrededor de esta sala cuentan con redundancia y un cierto sobredimensionamiento.

Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad

Teniendo así una potencia total proveniente de los racks de 49kW y 0,336 kW por parte de la iluminación.

3.3 DIMENSIONADO.

3.3.1 INTENSIDAD NOMINAL Y DE CÁLCULO.

Para empezar a dimensionar la instalación eléctrica de la sala es necesario conocer cuál es la corriente nominal que necesita cada rack. Se calcula de la siguiente manera:

$$In = \frac{P}{\beta * VL * \cos\Phi}$$

Ecuación 1. Intensidad nominal de la línea.

Siendo:

- In- Intensidad nominal (A).
- P- Potencia (W).
- VL- Tensión de línea (V).
- $\cos\Phi$ - Factor de potencia.

El valor de β es igual a $\sqrt{3}$ en caso de que el receptor sea trifásico (400V) y β igual a 1 en el caso de que sean monofásicos (230V).

Pero se debe tener en cuenta que no siempre la corriente nominal es la que se utiliza para el dimensionado de las líneas. Esto ocurre en el caso de los motores, donde su corriente se debe incrementar un 25% en la nominal según ITC-BT-47.

Para el caso de estudio aquí desarrollado no afecta al dimensionamiento ya que no se dispone de ningún motor en la sala.

3.3.2 DIMENSIONADO TÉRMICO.

El dimensionado de los conductores por criterio térmico se rige a que en funcionamiento normal el conductor no debe alcanzar una cierta temperatura. Esta temperatura máxima viene dada por el tipo de aislamiento del conductor. En este proyecto se utiliza cables XLPE que soportan 90°C.

El calentamiento en los conductores se produce cuando la corriente que circula por el conductor, debido a su resistencia, generan pérdidas de potencia que lo calientan.

Con el fin de calcular la sección del conductor y la corriente admisible que puede circular por él sin alcanzar la temperatura máxima admisible (90°C), es necesario conocer la temperatura del ambiente, el tipo de cable, el método de instalación y los factores de corrección (según estén agrupados en uno o varios circuitos, según la resistividad del suelo...)

En la norma UNE HD-60364-5-2 (2014) se presentan distintas tablas que indican las intensidades admisibles para el diseño de la línea juntos con las tablas correspondientes para calcular los factores

Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad

de corrección y otros datos necesarios. A continuación, se presentan dichas tablas que serán usadas posteriormente para realizar los cálculos del dimensionamiento de la línea.

TABLA A.52-1.

Método de instalación de la tabla 52 - B1	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento											
		PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2						
A1												
A2	PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2							
B1				PVC3	PVC2		XLPE3		XLPE2			
B2			PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2					
C					PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2		
E						PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2	
F							PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Sección mm ²												
Cu												
1,5	13	13,5	14,5	15,5	17	18,5	19,5	22	23	24	26	-
2,5	17,5	18	19,5	21	23	25	27	30	31	33	36	-
4	23	24	26	28	31	34	36	40	42	45	49	-
6	29	31	34	36	40	43	46	51	54	58	63	-
10	39	42	46	50	54	60	63	70	75	80	86	-
16	52	56	61	68	73	80	85	94	100	107	115	-
25	68	73	80	89	95	101	110	119	127	135	149	161
35	-	-	-	110	117	126	137	147	158	169	185	200
50	-	-	-	134	141	153	167	179	192	207	225	242
70	-	-	-	171	179	196	213	229	246	268	289	310
95	-	-	-	207	216	238	258	278	298	328	352	377
120	-	-	-	239	249	276	299	322	346	382	410	437
150	-	-	-	-	285	318	344	371	395	441	473	504
185	-	-	-	-	324	362	392	424	450	506	542	575
240	-	-	-	-	380	424	461	500	538	599	641	679
Aluminio												
2,5	13,5	14	15	16,5	18,5	19,5	21	23	24	26	28	-
4	17,5	18,5	20	22	25	26	28	31	32	35	38	-
6	23	24	26	28	32	33	36	39	42	45	49	-
10	31	32	36	39	44	46	49	54	58	62	67	-
16	41	43	48	53	58	61	66	73	77	84	91	-
25	53	57	63	70	73	78	83	90	97	101	108	121
35	-	-	-	86	90	96	103	112	120	126	135	150
50	-	-	-	104	110	117	125	136	146	154	164	184
70	-	-	-	133	140	150	160	174	187	198	211	237
95	-	-	-	161	170	183	195	211	227	241	257	289
120	-	-	-	186	197	212	226	245	263	280	300	337
150	-	-	-	-	226	245	261	283	304	324	346	389
185	-	-	-	-	256	280	298	323	347	371	397	447
240	-	-	-	-	300	330	352	382	409	439	470	530

Tabla 10. Intensidades admisibles en amperios. Temperatura ambiente 30°C en el aire.

TABLA A.52-2.

Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad

Método de instalación	Sección mm ²	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento			
		PVC2	PVC3	XLPE2	XLPE3
D	Cobre				
	1,5	22	18	26	22
	2,5	29	24	34	29
	4	38	31	44	37
	6	47	39	56	46
	10	63	52	73	61
	16	81	67	95	79
	25	104	86	121	101
	35	125	103	146	122
	50	148	122	173	144
	70	183	151	213	178
	95	216	179	252	211
	120	246	203	287	240
	150	278	230	324	271
	185	312	258	363	304
	240	361	297	419	351
300	408	336	474	396	
D	Aluminio				
	2,5	22	18,5	26	22
	4	29	24	34	29
	6	36	30	42	36
	10	48	40	56	47
	16	62	52	73	61
	25	80	66	93	78
	35	96	80	112	94
	50	113	94	132	112
	70	140	117	163	138
	95	166	138	193	164
	120	189	157	220	186
	150	213	178	249	210
	185	240	200	279	236
	240	277	230	322	272
	300	313	260	364	308

Tabla 11. Intensidades admisibles en amperios a temperatura ambiente 20°C en el terreno.

En nuestro caso los cables se encuentran al aire libre, sobre bandeja de rejilla, pero no a una temperatura de 30°C al estar los cables debajo del suelo técnico por donde se produce la refrigeración de la sala por lo que se debe tener en cuenta un coeficiente correctivo que se muestra en la tabla 52-D1. Además, al existir agrupamiento de más de un circuito también se le aplica un coeficiente correctivo según la tabla A.52-3.

Por último, la tabla A.52-2 no se tendrá en cuenta en el desarrollo del proyecto al no contar con cables enterrados para el dimensionado de la sala de estudio.

TABLA 52-D1.

Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad

Temperatura ambiente °C	Aislamiento			
	PVC	XLPE y EPR	Mineral ⁺	
			Cubierta de PVC o cable desnudo y accesible 70 °C	Cable desnudo e inaccesible 105 °C
10	1,22	1,15	1,26	1,14
15	1,17	1,12	1,20	1,11
20	1,12	1,08	1,14	1,07
25	1,06	1,04	1,07	1,04
35	0,94	0,96	0,93	0,96
40	0,87	0,91	0,85	0,92
45	0,79	0,87	0,87	0,88
50	0,71	0,82	0,67	0,84
55	0,61	0,76	0,57	0,80
60	0,50	0,71	0,45	0,75
65	-	0,65	-	0,70
70	-	0,58	-	0,65
75	-	0,50	-	0,60
80	-	0,41	-	0,54
85	-	-	-	0,47
90	-	-	-	0,40
95	-	-	-	0,32

* Para temperaturas ambiente más elevadas, consultar al fabricante.

Tabla 12. Factores de corrección para temperaturas admisibles diferentes de 30°C al aire libre.

TABLA A.52-3.

Disposición de cables contiguos	Número de circuitos o cables multiconductores								
	1	2	3	4	6	9	12	16	20
1 Empotrados o embutidos	1,00	0,80	0,70	0,70	0,55	0,50	0,45	0,40	0,40
2 Capa única sobre pared, suelo o superficie sin perforar	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
3 Capa única fijada bajo techo	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,60	0,60	0,60	0,60
4 Capa única en una bandeja perforada vertical u horizontal	1,00	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70	0,70	0,70	0,70
5 Capa única con apoyo de bandeja escalera o abrazaderas (collarines)...	1,00	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80

Tabla 13. Factores de reducción para agrupamientos de más de un circuito.

Para cables enterrados con temperatura distinta a 20°C se utiliza el factor de corrección de la tabla 52-D2 y para conductos enterrados de resistividad diferente de 2,5 K·m/W la tabla 52-D3. Ambos factores no se van a utilizar en el cálculo de la línea por lo que se ha decidido no incluir estas tablas.

Al tener ya todos los factores de corrección mencionados, vayan a ser utilizados o no, se calcula uno global de la forma siguiente:

$$K = k_T k_{A_R}$$

Ecuación 2. Coeficiente total.

Siendo:

- k_T - Coeficiente de temperatura.

Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad

- k_A - Coeficiente de agrupación.
- k_R – Coeficiente de resistividad del terreno, solo en conductores enterrados.

Se divide la corriente de diseño I_b entre K:

$$\frac{I_b}{K}$$

Ecuación 3. Intensidad de entrada en las tablas A52-1.

Esta corriente es la que se debe utilizar para obtener la sección del conductor con la tabla A.52-1 en caso de conductores al aire libre.

3.3.3 DIMENSIONADO POR CAIDA DE TENSIÓN.

La caída de tensión es la diferencia de potencial que existe entre dos puntos, el inicio y final de la línea que se quiere calcular. En el extremo donde se coloque la carga, la tensión será menor que al inicio de esta. Al recorrer corriente por la línea se genera una caída de tensión debido a su resistencia y reactancia que se genera en dicho cable. A pesar de que en la mayoría de los casos la reactancia se desprecia, se va a tener en cuenta en los cálculos realizados en este proyecto. Además, a partir de 25 mm² es conveniente no despreciarlo.

Se indican las dos fórmulas de la caída de tensión, tanto para líneas monofásicas como para trifásicas.

Líneas trifásicas:

$$\Delta U(\%) = 100 * \left(\frac{1}{Vn^2} \right) * (R * P + X * Q)$$

Ecuación 4. Caída de tensión en líneas trifásicas.

Líneas monofásicas:

$$\Delta U(\%) = 2 * 100 * \left(\frac{1}{Vn^2} \right) * (R * P + X * Q)$$

Ecuación 5. Caída de tensión en líneas monofásicas.

Siendo:

- V – Tensión eficaz de línea(V).
- R – Resistencia de la línea(Ω).
- X – Reactancia de la línea(Ω).
- P – Potencia activa de la línea(W).
- Q – Potencia reactiva de la línea(VAr).

Se calcula la resistencia y reactancia de la línea de la siguiente forma:

$$R = \frac{\rho * L}{s} (\Omega)$$

Ecuación 6. Resistencia del conductor.

Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad

Siendo:

- ρ – Resistividad del cobre a temperatura T ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$).
- L – Longitud de la línea (L).
- s – Sección del conductor (mm^2).

La resistividad del cobre o del aluminio, dependiendo del conductor seleccionado, varía con la temperatura y esta a su vez muestra como de cerca está el valor de la corriente máxima admisible. Es decir, cuanto más pequeña sea la diferencia entre ambas corrientes, el conductor de cobre estará más caliente.

Para el diseño de este proyecto se van a usar cables de cobre por lo que se adjunta la fórmula de la variación de la resistividad para el cobre, para cables de aluminio también habría que realizar dicha consideración con su respectiva fórmula.

La variación de la resistividad se considera lineal y puede expresarse así:

$$\rho = \rho_{20^{\circ}\text{C}} * \frac{234,5 + T}{254,5}$$

Ecuación 7. Resistividad del cobre en función de la temperatura.

Siendo:

- ρ – Resistividad del cobre a temperatura T ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$).
- $\rho_{20^{\circ}\text{C}}$ – Resistividad del cobre a 20°C ($0,017 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$).
- T – Temperatura del conductor (°C).

El cálculo de la temperatura se hace de forma aproximada, a pesar de que en la realidad seguiría un método iterativo.

$$T = T_{amb} + (T_{adm} - T_{amb}) * \left(\frac{I_b}{I_{adm}}\right)^2$$

Ecuación 8. Cálculo de la temperatura del conductor.

Siendo:

- T – Temperatura del conductor(°C).
- T_{amb} – Temperatura ambiente(°C).
- T_{adm} – Temperatura admisible del conductor (XLPE=90°C).
- I_b – Intensidad de diseño(A).
- I_{adm} – Intensidad admisible para esa sección de conductor(A):
- Por otra parte, la reactancia es:

$$X = x_u * L(\Omega)$$

Ecuación 9. Cálculo de la reactancia del conductor.

Siendo:

- x_u – $80\left(\frac{\text{m}\Omega}{\text{km}}\right)$.
- L – Longitud de la línea(m).

Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad

Pero la caída de tensión total ΔU_{total} (%), es la suma de las caídas de tensiones que existen desde el transformador hasta el final de la línea que se esté calculando.

Por tanto, la finalidad es diseñar la sección del conductor teniendo en cuenta que la caída de tensión que genere no debe superar los siguientes valores:

Fuerza $\leq 6,5\%$

Alumbrado $\leq 4,5\%$

3.4 INSTALACIÓN.

3.4.1 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

Nixval cuenta con un suministro eléctrico a través de la red por medio de dos transformadores iguales colocados en paralelo. Los transformadores cuentan con las siguientes características.

CARACTERISTICAS TRANSFORMADOR	
Potencia nominal	2x630 = 1260 kVA
Relación de transformación	21kV/400V
Tensión de cortocircuito	3,76%

Tabla 14. Especificaciones del transformador.

El objetivo del centro de transformación es realizar la transformación de la energía precedente en kV a una tensión menor, V.

3.4.2 CUADRO GERENAL.

El cuadro general es el cuadro principal de las protecciones. Desde este cuadro se llega a los cuadros secundarios y sirve para recibir la corriente del transformador.

Este cuadro ya se encuentra instalado y dispone de todas las protecciones para las otras salas. Se encuentra instalado en la sala de energía y solo se calcularán las protecciones para la línea que suministra energía a la suite 2, la sala de estudio de este proyecto.

3.4.3 CUADROS SECUNDARIOS.

Los cuadros secundarios estarán situados a la entrada de la sala, contando con un total de 2, uno a cada lado de la puerta de acceso. En estos cuadros se va a instalar las protecciones oportunas para cada circuito que sale del cuadro. Cada cuadro es alimentado por una línea distinta (en adelante líneas A y B) de forma que cada circuito cuenta con una redundancia de n+1, para evitar que problemas en el suministro de una línea suponga algún problema al funcionamiento de los equipos instalados.

3.4.4 MÉTODO DE INSTALACIÓN.

El método de instalación para el dimensionado de los conductores es una parte primordial en los cálculos.

La nave ya cuenta con una instalación amplia y cuenta con un cableado instalado por medio de bandeja de rejilla en recorrido horizontal por debajo del suelo técnico.

Por eso, se decide utilizar el siguiente método de instalación:

Por una parte, la instalación del cableado que parte de las unidades UPS hasta los cuadros secundarios de la sala, tanto de la rama A como de la rama B, se realiza mediante bandeja de rejilla por el suelo técnico. Cada rama lleva un recorrido distinto hasta la suite. Las distancias que recorren ambas líneas hasta los cuadros secundarios de la sala son distintas, por un lado, la rama B recorre 70 metros aproximadamente mientras que la rama A recorre 20 metros.

Para la instalación que va desde el cuadro secundario a los diversos racks se realizará una instalación por medio de bandeja perforada y bandeja de rejilla.

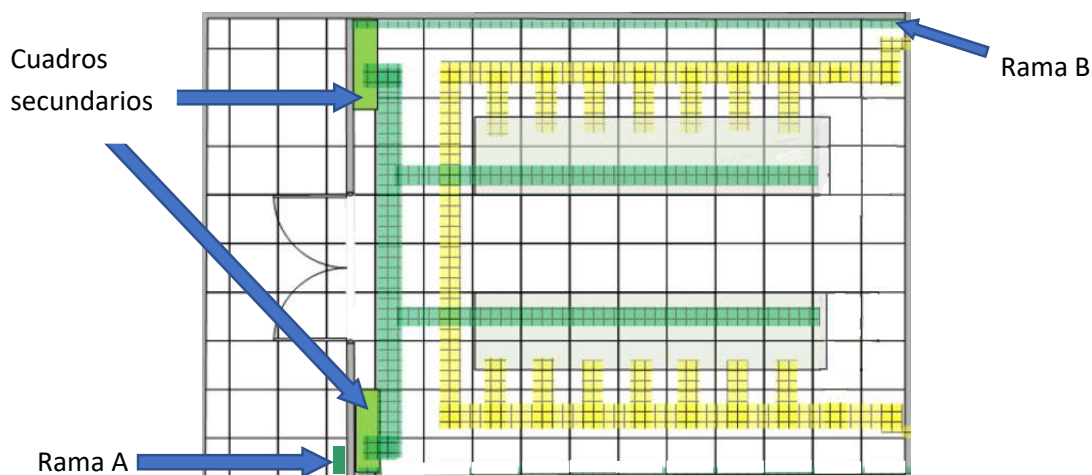


Imagen 26. Croquis de la instalación eléctrica en el interior de la suite 2.

Debido a que también se instalarán bandejas de rejillas con cableado de telecomunicaciones esto supone unas restricciones a la hora de instalar ambas líneas ya que su proximidad puede producir fallos en el cable de telecomunicaciones. Debido a esto, ambos deben estar separados a una distancia mínima de 20 cm. Además, en caso de necesitar cruzarse ambos cables, este cruce se debe realizar de forma perpendicular y cumpliendo la separación mínima entre los cables. En el esquema anterior aparecen los itinerarios de ambos cables donde se cumplen las exigencias citadas. Las líneas verdes corresponden al cableado eléctrico, tanto la línea A como la línea B, el cableado amarillo representa el de telecomunicaciones. Anteriormente el cableado discurría todo junto por el falso suelo por temas de conectividad de los racks, y debían mantener una distancia entre ellos cuando discurrían en paralelo la potencia y el IT de un mínimo de 20 cm para evitar interferencias en el cableado de datos por el efecto tipo condensador y en los cruces se realizaba de manera perpendicular. Ahora con los nuevos diseños de racks se puede conectar el cableado IT por la parte alta de los mismos, evitando el anterior problema.

Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad

El método de instalación para el cable que debe ir sobre bandeja de rejilla horizontal y bandeja perforada es el mismo, desde el cuadro general al cuadro secundario es E y se muestra en las tablas 52-B1 y 52-B.

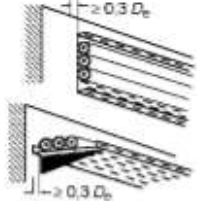
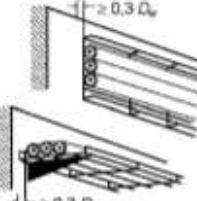
31		<p>Cables unipolares o multipolares: Sobre bandejas perforadas en recorrido horizontal o vertical ^{a, b}</p> <p>NOTA: Refiérase al apartado B.32.6.2 para su descripción</p>	E o F
32		<p>Cables unipolares o multipolares: Sobre soportes o rejillas en recorrido horizontal o vertical ^{a, b}</p>	E o F

Imagen 27. Método de instalación B2


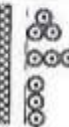
	<p>Cable multiconductor al aire libre</p> <p>Distancia al muro no inferior a 0,3 veces el diámetro del cable</p>	E	<p>Cobre 52-C9</p> <p>Aluminio 52-C10</p>	<p>Cobre 52-C11</p> <p>Aluminio 52-C12</p>	<p>Cubierta 70 °C 52-C7</p> <p>Cubierta 105 °C 52-C8</p>	52-D1	52-E1
	<p>Cables unipolares en contacto al aire libre.</p> <p>Distancia al muro no inferior al diámetro del cable</p>	F	<p>Cobre 52-C9</p> <p>Aluminio 52-C10</p>	<p>Cobre 52-C11</p> <p>Aluminio 52-C12</p>	<p>Cubierta 70 °C 52-C7</p> <p>Cubierta 105 °C 52-C8</p>	52-D1	52-E1

Imagen 28. Método de instalación de referencia B1.

Según ambas tablas y optando por el método de instalación adoptado para las otras salas IT de la empresa, se usarán bandejas de rejillas como ya ha sido mencionado anteriormente. Conociendo ya el método de instalación se puede proceder a calcular los coeficientes de corrección para la línea que va desde el cuadro secundario a los distintos racks de la sala. Además, habrá que aplicar coeficiente de corrección de temperatura ya que los cables se encuentran por debajo del suelo técnico, donde se realiza la impulsión de la climatización de la sala por lo cual estos cables no estarán a una temperatura de 30 grados, sino a una temperatura menor.

La sala cuenta con dos líneas distintas nombradas A y B respectivamente que contarán con los mismos coeficientes al ser iguales, cada una partirá de un cuadro secundario y accederán a cada rack.

Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad

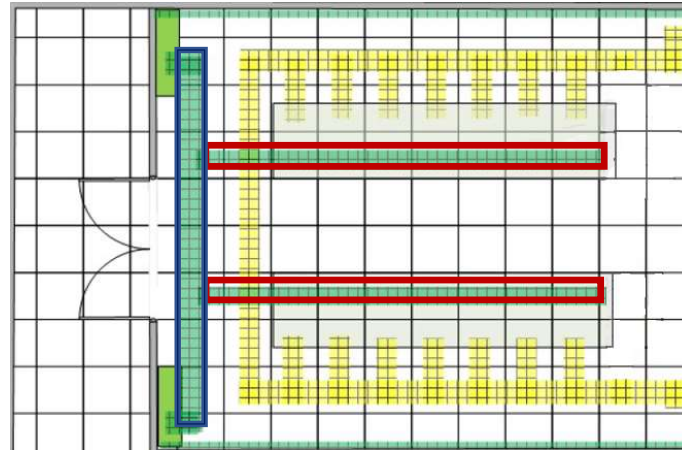


Imagen 29. Croquis de los distintos tramos de instalación por medio de rejilla o bandeja.

Según la imagen el tramo de instalación que se realizara mediante bandeja perforada corresponde el tramo con contorno azul, el tramo del cual sale el cableado de los cuadros secundarios. Por otro lado, el tramo con color rojo es el correspondiente a la instalación por medio de bandeja de rejilla por las cuales se accede a los distintos racks.

Esta disposición se realiza para hacer más accesible la entrada eléctrica a los racks gracias a las bandejas de rejillas facilitando también su manipulación o mantenimiento, el tramo común en principio no requiere operaciones de manipulación por lo que se opta por la bandeja perforada.

A cada rack llega un cable de cada una de las líneas, siendo así dos cables por rack por lo que al principio del tramo de la bandeja se agrupan 12 cables, 6 correspondientes a la línea A y 6 de la línea B.

En el tramo de la bandeja perforada se encuentran los 12 cables para cada uno de los racks de cada línea y en su tramo central coinciden 6 cables de cada línea que se coinciden para acceder a la otra fila de racks.

Línea	Método de Instalación	Ka	Kt	K
UPS rama A hasta la suite.	E	0,96	1	0,96
UPS rama B hasta la suite.	E	0,96	1	0,96
Cuadro secundario A hasta los racks.	E	1,08	0,7	0,756
Cuadro secundario B hasta los racks.	E	1,08	0,7	0,756

Tabla 15. Coeficiente de corrección.

La justificación de los coeficientes para las distintas líneas se encuentra en el capítulo dedicado al cálculo del dimensionado.

Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad

3.4.4.1 OTRAS SOLUCIONES PARA EL SUMINISTRO ELÉCTRICO EN SALAS IT.

Es práctica también habitual en algunos centros de datos con salas más grande el utilizar para el suministro de potencia, soluciones de tipo busbar.

La aplicación de este tipo de soluciones se caracteriza por el uso de sistemas de vías de bus flexibles mediante tecnología de resina epoxi fundida para aumentar significativamente el nivel de protección, seguridad y confiabilidad. Gracias a las propiedades eléctricas y mecánicas de la resina, estos conductos de barras tienen dimensiones reducidas, una estructura simplificada, una vida útil prolongada y una reutilización mejorada. Los carriles de buses brindan un excelente ahorro de energía.

Es una solución que ahorra espacio y peso, principales inconvenientes que se suelen encontrar en las salas IT con un número elevado de racks y de cableado para los mismos.

Esta aplicación sobrepasa la relación calidad-precio y tiene cabida en salas IT de mayores dimensiones, para este proyecto el suministro eléctrico se realizará por medio de cableado.



Imagen 30. Soluciones tipo busbar.

3.4.5 CONDUCTORES.

Se va a utilizar un conductor de cobre semiflexible, ya que para su instalación no se realizan movimientos o codos muy pronunciados.

El aislante que utiliza es polietileno reticulado, XLPE, es un plástico termoestable que permite alcanzar temperaturas más altas que el PVC. En el caso de aumento de temperatura no se deforma. Se escoge este tipo de aislante debido al poco impacto ambiental que tiene a diferencia de aislantes de PVC. El precio es casi similar así que se decanta por un aislamiento XLPE. Además, las exigencias de funcionamiento y de seguridad antes fallos son muy altas en este tipo de actividades industriales por lo que siempre que se pueda se optará por la opción más segura a la hora de evitar cualquier posible imprevisto que suponga un paro de funcionamiento de los equipos.

La cubierta de los cables tiene como misión proteger al aislante de ataques como la luz solar. Aunque para este caso ningún cable está expuesto a la radiación solar. Se utiliza cubierta de poliolefinas.

La combinación del aislante XLPE con cubierta de poliolefinas permite construir cables de 0.6/1kV de aislamiento. La designación normalizada es RZ1-K, son de baja emisión de gases corrosivos (UNE-EN 60754-2 y IEC 60754-2), baja emisión de humos según (UNE-EN 61034 e IEC 61034)

Son cables libres de halógenos y de no propagación de llama.



Imagen 31. Cable tipo RZ1-K unipolar.

3.5 CÁLCULOS DEL DIMENSIONADO.

Para realizar el dimensionamiento del cableado necesario para la instalación de los racks primero realizaremos el cálculo de la sección del cable mínima en el tramo que discurre entre el cuadro secundario y un rack, que tendrá la misma sección para todos los racks.

Primero calcularemos la corriente de diseño, teniendo en cuenta que el tramo desde los cuadros secundarios a los racks es monofásico:

$$I_b = \frac{3500}{230 * 0,9}$$

Siendo así la corriente de diseño $I_b = 16,9$ A.

A continuación, se obtienen los coeficientes:

- El factor de corrección térmico a 20 °C, ya que los cables instalados en el suelo técnico estarán refrigerados por el equipo de climatización, para cables XLPE es 1,08. $K_T = 1,08$.
- El factor de agrupación por agrupamiento K_A es de 0,7 ya que coinciden 12 cables, pertenecientes a cada uno de los racks de la sala. $K_A = 0,7$.

El coeficiente de corrección global, formado por la multiplicación de los otros, es 0,486.

$$K_T = K_T * K_A = 1,08 * 0,7 = 0,756$$

Por tanto, $I_b / K_T = 16,9 / 0,486 = 22,35$ A. Entrando en la tabla A.52-1, en la columna 12, se obtiene una sección de 1,5 mm².

Ahora comprobaremos si cumple con la caída de tensión del 5%.

$$\Delta U = 2 * (R * I * \cos\Phi + X * I * \sen\Phi)$$

Obteniendo mediante las formulas anteriormente mencionadas los valores necesarios:

- $R = 0,176 \Omega$.
- $I = 16,9$ A.
- $\cos \Phi = 0,9$.
- $\sen \Phi = 0,4358$.
- $X = 0,96$ m Ω .

Obteniendo una caída de tensión de 5.36V, inferior al 5%.

Para el cálculo de la resistencia del cable se ha elegido el rack más lejano al cuadro eléctrico de la sala, estimando una longitud de cable de 12 metros. Tomando este supuesto se obtiene la mayor caída de tensión posible en la línea de suministro de los racks, estando así en el caso más desfavorable. Ya que

Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad

los demás racks que se encuentran mas proximos al cuadro tendrán una caída de tensión menor y se encontrará siempre por debajo del 5%.

Aunque el cable de sección $1,5\text{mm}^2$ cumpla con todas las condiciones optaremos por colocar un cable de sección mayor, en este caso un cable de 4mm^2 de cobre XLPE. Este sobredimensionamiento es debido a la posibilidad de que algun rack cuente con una potencia mayor, inicialmente se ha estimado una potencia de 3,5 kW, además la caída de tensión será menor y se cuenta con suficiente espacio en las bandejas de rejillas para los mismos. Con este cable se obtiene los siguientes valores relacionados con la corriente de admisible y caída de tensión.

- $I_{b\text{ racks}}=16,9\text{ A}$.
- $I_{\text{tabla}}=49\text{ A}$.
- $I_{\text{adm}} = 37.044\text{ A}$
- $R= 0,066\ \Omega$.
- $\Delta U= 2.021\text{V}$.

Por lo tanto se utilizaran cables de 4mm^2 para los 14 racks, para ambos cuadros secundarios igual, dejando 2 tomas por cada cuadro libres para cuando se realice la ampliación de los dos racks adicionales.

El siguiente tramo a diseñar es el correspondiente a las dos líneas de suministro, A y B, hasta los cuadros secundarios de la sala de estudio, las cuales parten de las UPS. La rama A tiene una longitud de 20 metros mientras que la rama B recorre 70 metros hasta llegar a la suite. Cada una parte de sus correspondientes UPS. Para el dimensionamiento se optará por la rama B que tiene mayor longitud y será la que mayor caída de tensión podrá presentar ya que para ambas se utilizará la misma sección de cable. Ambas instalaciones se realizaran sobre bandejas situadas en el suelo técnico.

Estas son líneas trifásicas a una tensión de 400 V.

Primero calcularemos la intensidad de diseño como la suma de las intensidades de todos los racks, siendo:

- $I_{b\text{ tramo B}}= 14 \cdot I_{b\text{ racks}}= 14 \cdot 16,9= 236.6\text{ A}$
- K_T (para $35\text{ }^\circ\text{C}$)= 0,96.
- $K_A = 1$.
- $K_T= 0,96$.
- $I_{b\text{ tramo B}}/K_T= 246,45\text{ A}$.
- $I_{\text{tabla}}= 268\text{ A}$.
- Sección= 95mm^2 .
- $I_{\text{admisible}}= 257,28\text{ A}$.

Se comprueba que cumpla la caída de tensión máxima admitida del 5%, igual a 11,5 V.

- $R = 0,01621\ \Omega$.
- $I = 236,6\text{ A}$.
- $X = 5,6\text{ m}\Omega$.
- $\Delta U= 6,97\text{ V}$.

Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad

Siendo $6.97\text{ V} < 11,5\text{ V}$ el cable de sección 95mm^2 cumple con las exigencias requeridas, de la misma forma que el tramo A, que con una longitud de cable menor, tendrá una caída de tensión menor.

A modo resumen la instalación quedará de la siguiente forma:

Tramo	Metodo de instalación	Intensidad (A)	Sección (mm ²)	Longitud (m)	Caída de tensión (V)
UPS rama A hasta la suite	E	236,6	95	20	2,7
UPS rama B hasta la suite	E	236,6	95	70	6.97
Cuadro secundario A hasta los racks	E	16,9	4	12	2,021
Cuadro secundario B hasta los racks	E	16,9	4	12	2,021

Tabla 16. Características de los tramos.

3.6 PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN.

3.6.1 PROTECCIÓN FRENTE A SOBRETENSIONES.

El dimensionado de los conductores da como resultado la sección necesaria y la corriente máxima admisible que será capaz de soportar el conductor para trabajar en condiciones de funcionamiento normal. Pero se tendrá que asegurar que esta intensidad no se va a exceder bajo ningún concepto ya que si se da el caso produciría daños en los elementos que la componen como la degradación o incluso podría provocar un incendio.

Existe dos tipos de fallo causados por sobreintensidad:

- Sobrecargas. Como su nombre indica, es debido a la presencia excesiva de carga en el circuito. Esta carga demanda mayor gasto de corriente que la admisible y trae como consecuencia el recalentamiento del cable, desgastando así la vida útil del conductor. Este tipo de sobrecargas se da sin que exista ningún tipo de avería en la instalación.
- Cortocircuitos. Es una sobreintensidad producida por un defecto de aislamiento producida por una baja resistencia entre dos puntos de la instalación que en condiciones normales están perfectamente aislados.

La normativa que se va a utilizar para la protección contra sobreintensidades es REBT ITC-BT-22.

3.6.1.1 SOBRECARGAS.

Se produce, como se ha dicho anteriormente, una sobrecarga cuando la corriente es mayor a la corriente admisible. En este momento la temperatura del conductor es mayor que la admisible, 90 °C

Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad

en nuestro caso. Al aumentar la temperatura el tiempo de calentamiento del conductor disminuye dando lugar a fallos.

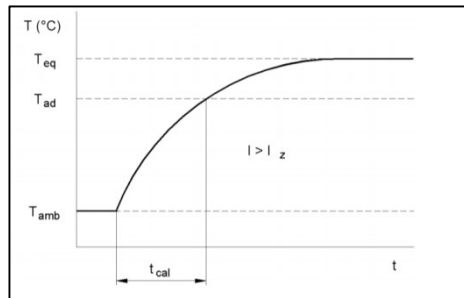


Imagen 32. Proceso de calentamiento de un conductor.

El dispositivo de protección que se instalan serán interruptores que deberán actuar interrumpiendo la corriente del circuito antes de que se alcance la temperatura admisible.

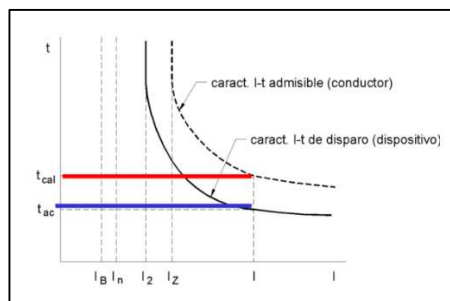


Imagen 33. Fundamento de la protección frente a sobrecargas.

Los criterios que se van a aplicar para seleccionar la intensidad nominal de los interruptores vendrán dados según ITC-BT-22 y serán:

$$I_b \leq I_n \leq I_2$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Siendo:

- I_b – Intensidad de diseño (A).
- I_n – Intensidad nominal de la protección (A).
- I_2 – Intensidad convencional de desconexión (A).
- I_z – Intensidad admisible (A).

3.6.1.2 CORTOCIRCUITOS.

Los cortocircuitos son fallos de origen mecánico. Se puede dar un cortocircuito en la instalación tanto por fallos puntuales de aislamiento, por defectos en las cargas conectadas o bien por defectos de conexión de la instalación.

Cuando aparece un cortocircuito en la línea hay que tener en cuenta los siguientes factores:

Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad

- La protección debe ser capaz de cortar el cortocircuito por lo que se debe conocer la corriente máxima de cortocircuito de la línea a analizar.
- Los conductores deben ser capaces de estar sometidos a corrientes muy grandes durante un periodo de tiempo ya que la desconexión no es instantánea.
- Mientras dura el fallo, en los conectores se disipa una energía que se emplea en calentar el conductor.

Para proteger frente a la corriente de cortocircuito máxima que se puede dar en la línea se instala la protección en la parte inicial del conductor y corresponderá a un fallo del tipo cortocircuito tripolar.

Es un fallo poco frecuente pero el más desfavorable y el más fácil de analizar.

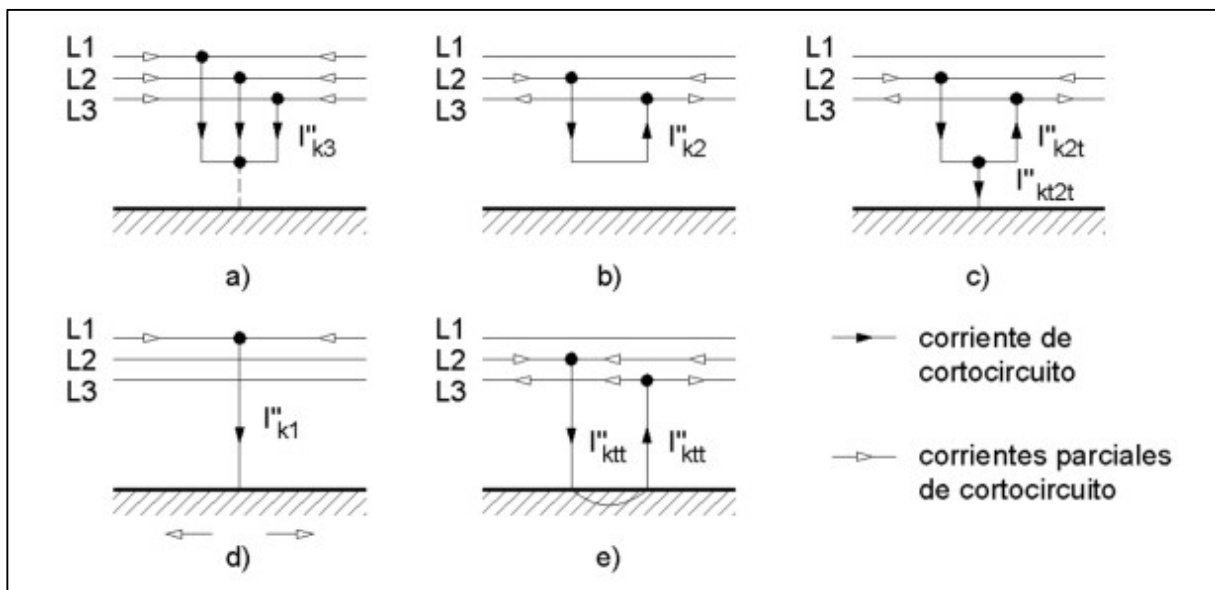


Imagen 34. Tipos de cortocircuitos.

Siendo:

- A – Cortocircuito tripolar.
- B – Cortocircuito bipolar sin contacto a tierra.
- C – Cortocircuito bipolar con contacto a tierra.
- D – Cortocircuito unipolar a tierra.
- E – Doble defecto a tierra.

El fallo de cortocircuito tripolar se produce cuando entran en contacto las tres fases del transformador entre si mediante un camino de baja resistencia. Se va a utilizar este criterio a la hora de proceder a la realización de los cálculos necesarios para este proyecto.

La corriente de cortocircuito máxima en un punto de la instalación se calcula de la siguiente forma:

$$I_{cc, max} = \frac{V_n}{\sqrt{3} * Z_{eq}}$$

Ecuación 10. Intensidad de cortocircuito máxima.

Siendo:

Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad

- V_n – tensión de línea (V).
- Z_{eq} – Impedancia de defecto de cortocircuito.
- La impedancia de cortocircuito es calculada como:

$$Z_{eq} = \sqrt{Rt^2 + Xt^2}$$

Ecuación 11. Impedancia total.

El valor de la impedancia de defecto de cortocircuito se calcula como la impedancia equivalente de los elementos recorridos por la corriente de cortocircuito, desde el transformados hasta el punto donde se produce el cortocircuito.

La impedancia del transformador es:

$$R_{cc} = \frac{\epsilon_{rcc}(\%) * V_n^2}{100 * S_n}$$

Ecuación 12. Resistencia de cortocircuito.

$$X_{cc} = \frac{\epsilon_{xcc}(\%) * V_n^2}{100 * S_n}$$

Ecuación 13. Reactancia de cortocircuito.

Siendo:

- $\epsilon_{Rcc}(\%)$ – Caída de tensión resistiva porcentual del transformador.
- $\epsilon_{Xcc}(\%)$ – Caída de tensión reactiva porcentual del transformador.
- V_n – Tensión de línea (V).
- S_n – Potencia nominal del transformador (kvar).

Una vez calculada la impedancia del transformador, se van sumando las diferentes impedancias existentes desde el transformador hasta el punto donde se desea conocer el cortocircuito, tal y como se ha comentado anteriormente.

Las resistencias y reactancias para cada línea se obtienen de las ecuaciones explicadas anteriormente en el apartado 3.3.3 “dimensionado por caída de tensión”.

La corriente de cortocircuito mínima se produce en el extremo de la línea del conductor, es decir en el punto más alejado. Se supone neutro distribuido de la misma sección de la fase. Se trata de un defecto franco fase-neutro.

Se va a suponer un valor aproximado ya que no se utilizan grandes motores o generadores próximos al cortocircuito:

$$I_{cc, min} = 0,5 * I_{cc}$$

Ecuación 14. Intensidad de cortocircuito mínima.

Para al cálculo de cortocircuito en este proyecto, debido a que las secciones de los conductores serán igual para todos los cables desde los cuadros secundarios a los propios racks se realizarán estos cálculos para el caso más desfavorable. Este consistirá en el conductor que vaya desde un cuadro secundario al último rack de la fila más alejada al cuadro, siendo así el cable con mayor longitud y por tanto para los cálculos de cortocircuito o sobretensiones será el más desfavorable, teniendo así todos los demás

Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad

incluidos en los cálculos de las secciones, ya que se colocaran las mismas protecciones para todas las líneas salientes de los cuadros secundarios.

3.6.1.3 CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES.

Para el cálculo de protecciones tendremos en cuenta la protección contra sobrecargas y la protección contra cortocircuitos, atendiendo al poder de corte, criterio de cortocircuito mínimo y criterio de calentamiento en cortocircuito.

Los diferentes tramos para el cálculo están comprendidos por:

- Transformador de la nave. Que cuenta con una $S_n = 1260$ kVA, $\epsilon_{cc}(\%) = 3,76$ $\epsilon_{rcc}(\%) = 0,857$ $\epsilon_{xcc}(\%) = 3,661$.
- LS1. Línea del transformador hasta la sala de energía. Línea de 80 metros y sección 240mm^2 .
- LS2. Línea desde las UPS hasta los cuadros secundarios de la suite. Línea de 70 metros y sección 95mm^2 .
- LS3. Línea desde los cuadros de la suite a los racks. Línea de 12 metros y sección 6mm^2 .

Para los resultados obtenidos en la siguiente tabla se han usado las fórmulas anteriormente citadas, siendo estas las ecuaciones 10, 11, 12 y 13.

	R(mΩ)	X(mΩ)	ΣR(mΩ)	ΣX(mΩ)	ΣZ (mΩ)	I'' _k (kA)
Transformador	1,08	4,648	1,08	4,648	4,77	48,415
Línea 1	7,3	6,4	8,38	11,048	13,866	16,655
Línea 2(20m)	4,6	5,6	24,58	16,648	21,12	10,934
Línea 3	6,6	0,96	31,18	17,608	35,80	3,709

Tabla 17. Intensidades de cortocircuito.

Teniendo en cuenta las intensidades de diseño y admisible se va a optar a seleccionar el interruptor automático IC60N 2P 32A D de la marca Scheneider. Este interruptor cuenta con las siguientes características: 4,63

- $I_n = 32$ A.
- 2 polos.
- Poder de corte a 230V = 20kA.

Procedemos a comprobar si cumple con las exigencias para proteger frente a cortocircuitos.

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad 16,9A < 32A < 37A$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z \quad 41.6A < 53.65A$$

-El poder de corte del IA es mayor a la intensidad de cortocircuito máximo. $20\text{kA} > 10.934\text{kA}$. Para este cálculo se ha tenido en cuenta la línea A, que al tener menos longitud de cable presenta una menor resistencia de la cual se obtiene una intensidad de cortocircuito mayor, estando así en el caso más desfavorable de ambas líneas, ya que contarán con el mismo interruptor automático.

-Criterio de cortocircuito mínimo, en la línea 3. $I_a = 10 I_n$, $I_A = 169$ A muy por debajo del cortocircuito mínimo de la línea (3,7kA). Para el cálculo de esta intensidad se ha optado por el recorrido más

Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad

desfavorable, siendo este el formado por la rama B que cuenta con una mayor longitud, por lo tanto, su intensidad de cortocircuito es menor.

-Criterio de calentamiento en cortocircuito (I^2t).

Entrando en la tabla con el valor de la intensidad de cortocircuito $I''_k=10,934\text{kA}$ sale $(I^2t) = 0.17 \cdot 10^6 \text{ A}^2 \cdot \text{s}$.

El (I^2t) admisible vale: $(I^2t)_{\text{adm}} = (k \cdot S)^2 = (143 \cdot 4)^2 = 3,2718 \cdot 10^5 \text{ A}^2 \cdot \text{s}$.

Como $(I^2t)_{\text{IA}} < (I^2t)_{\text{adm}}$, el I.A. seleccionado es válido.

Se procede a las mismas comprobaciones para el Interruptor automático que protegerá a la línea 2.

Se va a optar también por un interruptor automático de la marca Schneider, con las siguientes características:

- $I_n = 250 \text{ A}$.
- Poder de corte a $400\text{V} = 36\text{kA}$.

Procedemos a comprobar si cumple con las exigencias para proteger frente a cortocircuitos.

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad 236,6\text{A} < 250\text{A} < 257,28\text{A}$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z \quad 325\text{A} < 373,056\text{A}$$

-El poder de corte del IA es mayor a la intensidad de cortocircuito máximo. $36\text{kA} > 16,65\text{kA}$.

-Criterio de cortocircuito mínimo, en la línea 3. $I_a=10 I_n$, $I_A= 2366\text{A}$ muy por debajo del cortocircuito mínimo de la línea ($7,781\text{kA}$).

-Criterio de calentamiento en cortocircuito (I^2t).

Entrando en la tabla con el valor de la intensidad de cortocircuito $I''_k=16,65\text{kA}$ sale $(I^2t) = 5 \cdot 10^5 \text{ A}^2 \cdot \text{s}$

El (I^2t) admisible vale: $(I^2t)_{\text{adm}} = (k \cdot S)^2 = (143 \cdot 95)^2 = 18,4 \cdot 10^7 \text{ A}^2 \cdot \text{s}$.

Como $(I^2t)_{\text{IA}} < (I^2t)_{\text{adm}}$, el I.A. seleccionado es válido.

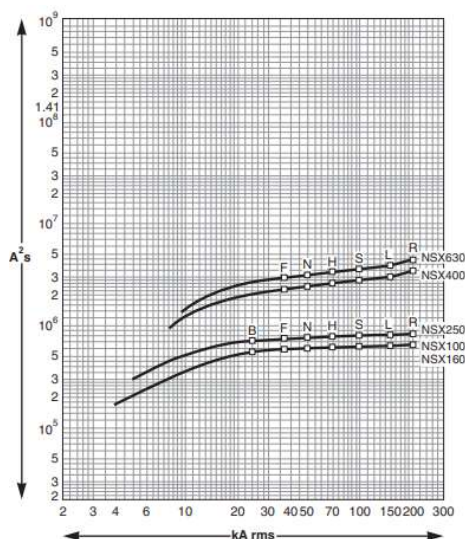


Imagen 35. Grafica para el criterio de calentamiento en cortocircuito del IA- $I_n=250\text{A}$.

Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad

Además de los interruptores automáticos colocados en los cuadros secundarios dentro de la suite, cada rack contará con un interruptor diferencial. Este diferencial tendrá una intensidad nominal de 40 A y una sensibilidad a tierra de 100mA. También ha sido seleccionado de la marca Scheneider.

Tanto los interruptores automáticos como los interruptores diferenciales seleccionados se muestran a continuación junto con los demás dispositivos que se colocarán en los cuadros de la sala.

3.6.1.4 DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN.

La protección frente a sobrecargas se va a realizar mediante interruptores automáticos magnetotérmicos. Este tipo de interruptores se utilizarán para desconectar, de forma automática, la alimentación del circuito que están protegiendo cuando se dé un caso de fallo por cortocircuito o sobrecarga. Para realizar esta función, constan de dos tipos de disparo diferente.

- Disparo térmico: Actúa en el caso de un fallo por sobrecarga. El tiempo que tardaría el interruptor en actuar se sitúa entre una hora y pocos segundos. Se trata de un disparo lento que se produce por la deformación de una lámina compuesta por dos metales diferentes que se calientan cuando pasa la corriente demandada por el circuito por ella. La excesiva deformación de esta lámina actúa sobre el mecanismo de disparo que desconectaría el circuito.
- Disparo magnético: Actúa en el caso de un fallo por cortocircuito. Este disparo es muy rápido, en el orden de los milisegundos. El mecanismo de disparo se activa cuando, al pasar esta corriente tan elevada por una espira del conductor, produce un campo magnético intenso que impulsa, rápidamente, una pieza metálica, hacia el mecanismo de disparo, desconectando la alimentación.

En el proceso de desconexión, al separarse los contactos, se produce un arco eléctrico que impide el corte de la corriente. Para extinguir este arco eléctrico, los interruptores magnéticos contarán con una cámara de extinción en la que además de tratar de conseguir la mayor separación posible entre contactos, se dispone un disipador de calor para enfriar y poder extinguirlo más rápidamente.

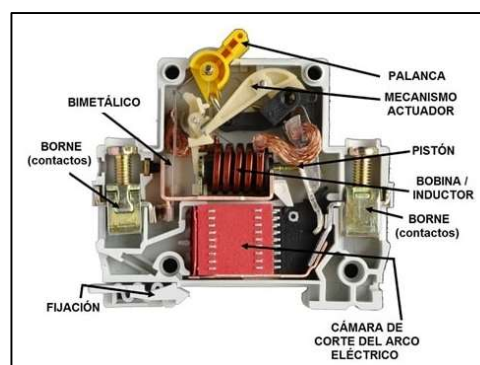


Imagen 36. Interruptor automático.

Los interruptores se van a instalar al principio de cada circuito independiente y protegerán los conductores que se encuentren aguas debajo desde el punto donde se han instalado.

Los parámetros a tener en cuenta a la hora de seleccionar un magnetotérmico son los siguientes:

Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad

-Intensidad nominal (I_n): Intensidad que es capaz de soportar el interruptor de forma continua.

-Intensidad de desconexión (I_2): Intensidad por encima de la cual se produciría un disparo del interruptor.

-Poder de corte (PdC): Intensidad máxima que puede interrumpir de forma segura.

-Curva de disparo B, C o D: Curva que representa la relación que tarda el interruptor en interrumpir esa corriente.

Las cargas consideradas en este proyecto no presentan corrientes punta de arranque muy elevadas, además la intención este solo se realice una operación de arranque y que funcionen ininterrumpidamente sin tener que ser desconectados manualmente, solo se accionaran en caso de fallos eléctricos. Por ello, se decide que los magnetotérmicos a instalar tengan una curva de disparo tipo C.

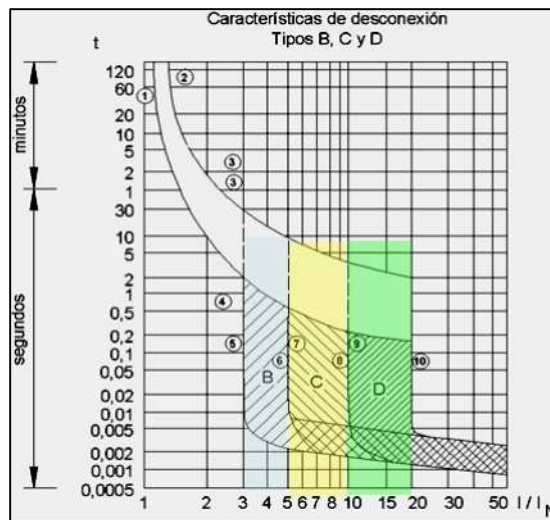


Imagen 37. Curvas de disparo.

Las condiciones para proteger los cortocircuitos con interruptores automáticos deben ser:

-El poder de corte debe ser mayor a la máxima corriente de cortocircuito de la línea del conductor. La corriente máxima de cortocircuito siempre se da al inicio de la línea. Se debe tener en cuenta que a lo largo del cable la impedancia es despreciable por lo que solo existe la del transformador.

$$\text{Poder de corte} > I_{cc,max}$$

-La corriente de cortocircuito mínima debe ser mayor a $10I_n$.

$$I_{cc,min} \geq I_a$$

-La corriente de cortocircuito máxima debe ser menor que la corriente correspondiente a (I^2t).

$$I_{cc,max} < I_b$$

Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad



Imagen 38. Interruptor automático magnetotérmico.

Los cuadros ubicados en la sala además de contar con los interruptores automáticos citados anteriormente junto con la forma de calcularlos acordes a las exigencias de la instalación contarán con otros elementos como interruptores diferenciales, contadores, convertidores y seccionadores.

Junto a cada interruptor automático que se colocará para cada rack de la sala de dispondrá de un interruptor diferencial. Estos elementos de protección garantizan la seguridad frente a contactos indirectos. Existen diversos métodos de protección contra contactos indirectos según la ITC-BT-24. En nuestra instalación se han empleado el corte automático de alimentación en caso de la detección de un defecto de aislamiento.

Este dispositivo provoca que la desconexión debe actuar siempre que aparezca una tensión de defecto mayor que el límite convencional.

El tiempo transcurrido desde la detección hasta la desconexión debe ser menor que el tiempo admisible, tiempo en que la tensión que aparece no supone ningún riesgo, se obtiene a partir de las curvas de seguridad.

En este tipo de instalaciones los interruptores diferenciales suelen ser superinmunizados, para absorber los armónicos que genera la electrónica de los servidores y Switch.



Imagen 39. Interruptor diferencial.

Los cuadros secundarios cuentan ambos con un seccionador. Este dispositivo se suele colocar para facilitar las operaciones de mantenimiento en la instalación. El seccionador proporciona una apertura visible del circuito siendo así seguro realizar operaciones en el mismo.



Imagen 40. Seccionador.

Relacionado a los convertidores están orientados a la conversión del medio físico Ethernet a RS-485. Es un equipo completamente parametrizable mediante el software adjunto, pudiendo configurar cualquier parámetro relativo al puerto de comunicación Ethernet y serie.

Este elemento sobrepasa los conocimientos expuestos en este proyecto ya que está más orientado a la parte de telecomunicaciones a la cual está ligado el funcionamiento de los racks y sus equipos para realizar su correcto funcionamiento. Al ser un elemento que estará ubicado en el cuadro secundario y ser necesario para la actividad de la sala se ha mencionado levemente su función y se incluirá en el correspondiente presupuesto, sin darle una mayor importancia.



Imagen 41. Conversor.

Otro elemento que se colocará en los cuadros será un contador trifásico. Este contador dispone de comunicaciones RS-485 integradas. Este elemento permite visualizar el reporte de consumo energético, verificar la energía imputada por la distribuidora de energía, control de costes para obtención de ratio consumo/unidad y visualización de parámetros eléctricos (V, A, kW, kWh, PF, etc.) por fase o trifásicos. Todas estas aplicaciones facilitan las operaciones en los racks y la supervisión de los mismo para garantizar su funcionamiento ininterrumpido.

Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad



Imagen 42. Contador.

El último elemento que se colocará en los cuadros secundarios es un repartidor tetrapolar de 10 módulos. Este repartidor es un dispositivo que se utiliza para favorecer la distribución del cableado en el cuadro eléctrico. Es adecuado en esta instalación ya que necesitamos conectar varios diferenciales e interruptores automáticos a un mismo elemento y todos los cables no pueden entrar en las bornas de salida del mismo. También ayuda a distribuir gran cantidad de potencia en un mismo cuadro eléctrico, ya que contamos con 236 A.

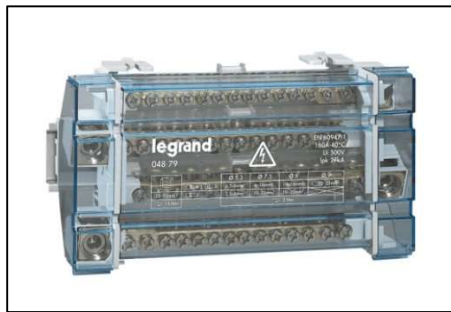


Imagen 43. Repartidor tetrapolar 10 módulos.

3.6.2 PUESTA A TIERRA DE LA INSTALACIÓN.

La puesta a tierra va a ser el mecanismo de seguridad que forma parte de la instalación eléctrica de la nave para proteger a las personas, es decir, que en caso de existir una derivación imprevista de la corriente las personas no entren en contacto con la electricidad.

3.6.2.1 ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Para este tipo de actividad en particular, un centro de datos, existe normativa que difiere de las actividades industriales. Mediante la EN-50600 y otros criterios europeos como el TSI se da la opción de obtener una acreditación de centro de datos para este tipo de actividad. Dentro de esta acreditación hay varios niveles en los que te clasifica el centro de datos, 4 distintos tipos de niveles según se cumplan ciertos criterios, el método de puesta de tierra TN-S es uno de ellos por el cual se realizará este a diferencia del TT que es el método general de instalación empleado.

Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad

El uso de interruptores diferenciales en el sistema TN-S no es necesario ya que se confía la protección de contactos indirectos a los interruptores magnetotérmicos, pero se va a optar por la instalación de diferenciales para mejorar la seguridad.

Se escoge un sistema TN-S consistente en un conductor diferente para el neutro y otro para el conductor de protección, unidos en el centro de la estrella del origen de la instalación.

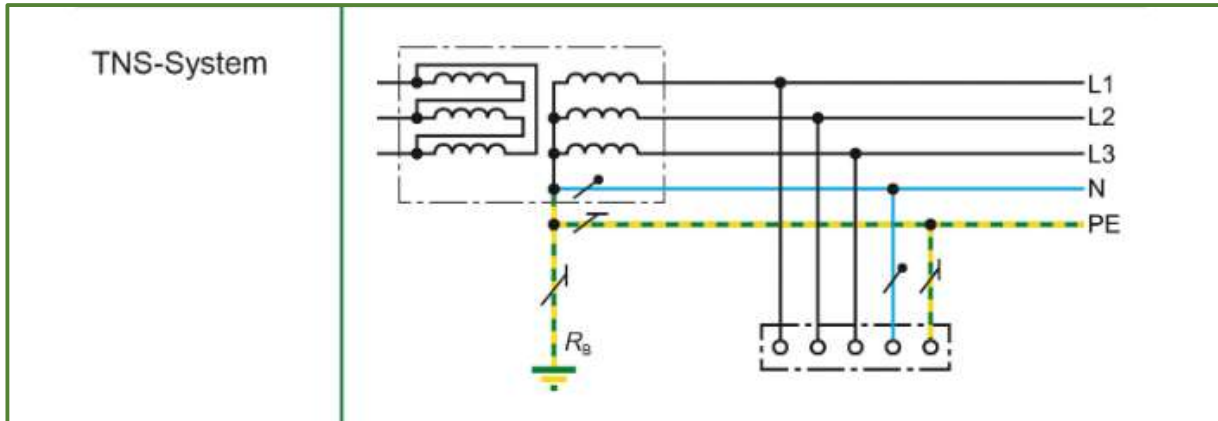


Imagen 44. Método de instalación TNS.

Para la generación del régimen TN-S aguas debajo de un sistema TT se encuentra instalado un transformador de aislamiento y 630 kVA donde está ubicado el nuevo origen donde el neutro está conectado a tierra, que aísla y protege al sistema TN-S de perturbaciones eléctricas o parasitas procedentes de la red de suministro convencional. Este transformador de aislamiento tiene una relación de transformación de 1:1.

El neutro de baja tensión del transformador junto con las partes conductoras de la sala están conectadas a la conexión de tierra común. En el caso de los elementos de la sala se conectan por medio del neutro de los cuadros secundarios.

La tabla siguiente muestra los diferentes conductores de protección que se pueden utilizar dependiendo de la sección de los conductores de fase de la instalación.

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm ²)	Sección mínima de los conductores de protección S_p (mm ²)
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Imagen 45. Sección de conductores de protección.

La toma de tierra de las masas se va a realizar mediante dos conductores de cobre desnudo, uno de 32mm² de sección que ira por el perímetro de la sala y otro de 16mm² que formará una malla interior a la cual se unirán todos los elementos conductores de la sala, como los racks, patas del suelo técnico rejillas de la instalación eléctrica y todos los elementos que puedan estar expuesto a una derivación.

Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad

3.6.3 PROTECCIÓN FRENTE A CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS.

Con las protecciones frente a contactos directos e indirectos se garantiza la seguridad de los usuarios y se minimiza el riesgo de electrocución. Esta protección es muy importante para garantizar la seguridad de las personas, está regida por la ITC-BT-24 y por la norma UNE 20-460.

En caso de no utilizar protecciones de seguridad, la persona se vería expuesta a peligros para su salud. Por tanto, cabe destacar que el tiempo de actuación y la intensidad que recorre a la persona son dos factores muy importantes a la hora de elegir las protecciones.

3.6.3.1 PROTECCIÓN FRENTE A CONTACTOS DIRECTOS

Un contacto directo supone no haber ningún fallo previo antes de que la persona toque una parte de la instalación eléctrica activa.

Los sistemas de protección frente a contactos directos (accidentales o intencionados) se clasifican en:

-Aislamiento de las partes activas: las partes activas están recubiertas completamente por un aislamiento de protección como pueden ser los cables.

-Protección mediante barreras y envolventes: las partes activas están instaladas tras barreras o en el interior de envolventes robustas; protegidas de tal forma que solo tiene acceso a este lugar una persona específica que sepa manipular los elementos que hay dentro.

En este caso, la actividad industrial realizada en la sala de estudio del proyecto no es accesible al público, al igual que cualquier sala de IT de la nave. Solo el personal autorizado puede entrar por lo que saben manipular de forma correcta los equipos que se encuentran en su interior evitando cualquier riesgo de contacto directo.

3.6.3.2 PROTECCIÓN FRENTE A CONTACTOS INDIRECTOS.

Para que esta tensión no resulte un peligro para las personas, se pretende reducir esta tensión a una tensión de contacto que resulte segura para la persona. Además, se busca detectar estos fallos para cortar automáticamente la alimentación de la línea lo más rápido posible ante defectos de aislamiento.

Se va a garantizar que la condición para la seguridad de una persona se cumple cuando:

$$U_l = I_{\Delta n} R_t$$

Siendo:

- U_l – Tensión de contacto (V).

- $I_{\Delta n}$ – Corriente diferencial nominal (A).

- R_t – Resistencia del electrodo de toma de tierra (Ω).

En los esquemas TN conectados a tierra, un cortocircuito a tierra, en principio, siempre dará suficiente corriente eléctrica para hacer disparar un dispositivo automático contra sobreintensidades.

Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad

La impedancia de la fuente y la de la alimentación principal son muy inferiores a las de los circuitos de la instalación, por lo que cualquier restricción a la magnitud de la intensidad de defecto a tierra se deberá principalmente a la instalación protegida: cables muy largos y flexibles, de alimentación a servidores lejanos, que aumentan la impedancia de bucle, con la correspondiente disminución de la intensidad.

3.6.3.3 PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES.

Una de las incidencias que pueden producirse en la red eléctrica es la sobretensión que se produce cuando a tensión de la red es muy superior a la nominal.

En las situaciones que se producen constantemente en la mayoría de las instalaciones eléctricas. Lo habitual es que se trate de pequeños picos de tensión de muy corta duración, que no afectan significativamente a los aparatos conectados. Este efecto es conocido como sobretensiones transitorias.

Si estos picos tienen una tensión muy elevada, pueden provocar daños.

El ejemplo más claro de una sobretensión transitoria es la que se produce por la caída de un rayo sobre un conductor de la red, o en una zona muy cercana, creando corrientes inducidas, aunque no exista contacto físico.

Para evitar que una sobretensión transitoria llegue a afectar a los aparatos conectados a la instalación, hay instalado un dispositivo que contiene varistores conectados en paralelo ente fase y tierra, y entre neutro y tierra.

Los varistores tienen una tensión nominal superior a la de la red que protegen. Cuando la tensión de la red sube por encima de este valor, los varistores conducen la corriente.

El resultado es que los picos de tensión que llegan al varistor son conducidos hacia el conductor de tierra, no llegando hasta los equipos receptores.

3.7 COMPENSACIÓN DE LA ENERGIA REACTIVA.

En relación a la compensación de energía reactiva, al tratarse de una ampliación, la nave ya cuenta con un sistema de condensadores para este fin.

Finalmente, la carga que pueda proporcionar esta sala se encuentra dentro del rango de energía reactiva que pueden compensar de los condensadores instalados para el uso del edificio por lo que no se realizará el cálculo del mismo.

4 DETECCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS.

4.1 INTRODUCCIÓN.

Otra de las instalaciones vitales para poder asegurar el funcionamiento ininterrumpido de los servidores de la sala es la instalación de detección y extinción de incendios, con el objetivo de minimizar las posibles pérdidas o daños tanto a los servidores instalados en la sala como a el posible personal que se encuentre dentro realizando alguna operación de mantenimiento o manipulación de los mismos.

En el presente proyecto se plantean las medidas necesarias para dotar a la sala de las condiciones de protección contra incendios y de máxima seguridad, según las necesidades de una instalación de este tipo.

La extinción de incendios se realizará mediante un sistema de extinción automática mediante gas NOVEC, mientras que la detección será mediante sistema de detección temprana por aspiración tipo VESDA.

4.2 DETECCIÓN DE INCENDIOS.

En lo concerniente a este proyecto, el CTE BD-Seguridad en caso de incendio, no recoge con precisión las medidas a tomar para centros de datos, por lo cual se va a proceder según lo recogido en estándares TSI que se emplean para la acreditación de los centros de datos, recogiendo en ellos la normativa EN50600 sobre centros de datos.

Según indica el CTE DB-SI este tipo de edificios también se regula por el RD 2267/2004 (reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales).

Los criterios que se van a emplear para el sistema de detección de incendios y que recoge el TSI son:

- Utilización de un sistema de alarmas contra incendios usando la mejor tecnología disponible. El sistema de alarma ha de comunicar la señal tanto en el sitio como en la sala de control.
- La sala ha de estar monitorizada contra incendios. Además, las salas contiguas han de estar también monitorizadas.
- Uso de un sistema de detección muy rápido. Los sistemas de aspiración de humo son usados en las salas IT para la detección de fuego.
- Extinción automática o sistema de prevención contra incendio o una solución alternativa. Para limitar los daños, el sistema de extinción automático o sistema de prevención contra incendios está instalado en las áreas IT.
- Instalación el suministro del agente de extinción o sistema de prevención de incendios en un lugar alejado de peligros y en salas separadas.
- Los interruptores de protección de seguridad están equipados con mecanismo de cierre controlable.
- Mantenimiento del sistema de alarma, extinción y protección.

4.3 SISTEMA DE DETECCIÓN.

Teniendo en cuenta lo citado anteriormente junto con los sistemas de detección colocados en las otras salas de IT, se procederá a la instalación del sistema de detección Vesda-E-VEA.

El sistema elegido para la detección de incendios en las áreas críticas será el sistema VESDA por aspiración o sistema similar. Este sistema se compone de una serie de tubos con aperturas de aspiración de un diámetro calibrado repartidos por la zona a proteger, y un ventilador que genera un vacío local en el interior del tubo y toma las muestras, de tal manera que las partículas que puedan contener trazas de humo son absorbidas y llevados hasta la cámara de medición. En esta cámara se realizan mediciones del gas recibido mediante técnicas de espectroscopia.

En caso de que los valores de partículas superen el umbral predefinido, obtendríamos una prealarma, que de haber dos señales similares o durante un tiempo determinado, pondría la central en alarma.

Se dispone de detección para cada ambiente en el local (Ambiente/ falso suelo) donde está prevista la extinción automática.

Este sistema hace posible reemplazar la detección con sistemas más habituales como la analógica o la digital por la detección de humo por aspiración. Vesda extrae aire activamente a través de puntos de muestreo y analiza la presencia de partículas de humo en un módulo sensor de humo ubicado en la parte central. El sistema cuenta con detección superior con filtros incorporados y autolimpieza, además, proporciona detección garantizada con el mínimo de falsas alarmas.

El funcionamiento consiste en la aspiración del aire de la sala por medio de unos tubos colocados tanto por el suelo técnico como por la sala que disponen de pequeños orificios, en caso de que posteriormente se colocase el pasillo frío / caliente sería necesario la colocación de otra tubería situada en el interior del cubículo formado en los racks. El continuo análisis del aire hace que la detección se produzca en una etapa muy temprana del posible incendio, consiguiendo minimizar los posibles daños al máximo. Este sistema estará conectado al sistema de control del centro, proporcionando las alarmas correspondientes que permitan actuar sobre las máquinas de climatización, sistema eléctrico, sistemas de extinción, etc.

El sistema VESDA cumplirá los códigos y las normas de protección contra incendios:

- NFPA – 75 (Normativa para la protección del procesamiento informático de datos electrónicos / productos de limpieza).
- NFPA – 76 (Normativa para la protección contra incendios de instalaciones de telecomunicaciones).
- TIA – 942 (Normativa de infraestructura de telecomunicaciones para centros de datos):
- FFIEC (Recomendaciones del Consejo Federal de Estados Unidos para la inspección de Instituciones financieras).
- BS6266 – 2002 (Código de prácticas para la protección contra incendios de instalaciones con equipos electrónicos).

Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad

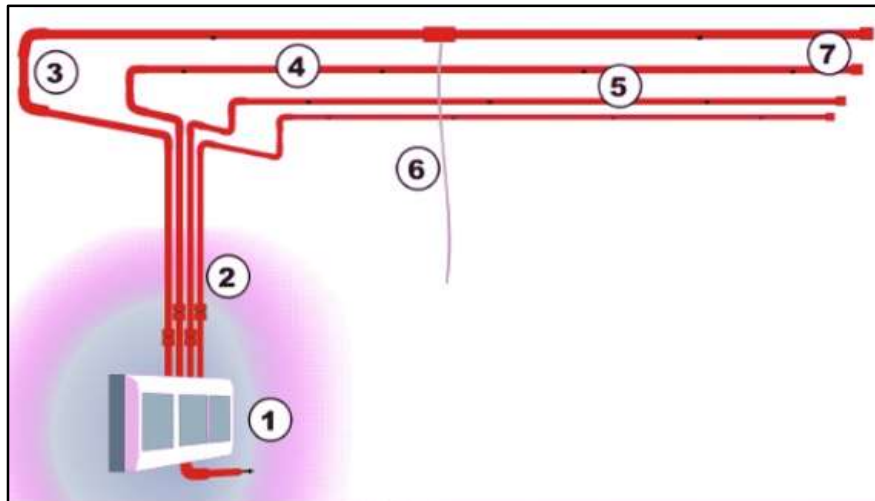


Imagen 46. Esquema del sistema de aspiración.

Contando con los siguientes elementos:

- 1. Detector.
- 2. Tubería, conexión al detector.
- 3. Curvas.
- 4. Tuberías, instalación de muestreo.
- 5. Tomas de muestreo, orificios.
- 6. Tomas de muestreo, capilares.
- 7. Venteo final de tubería.

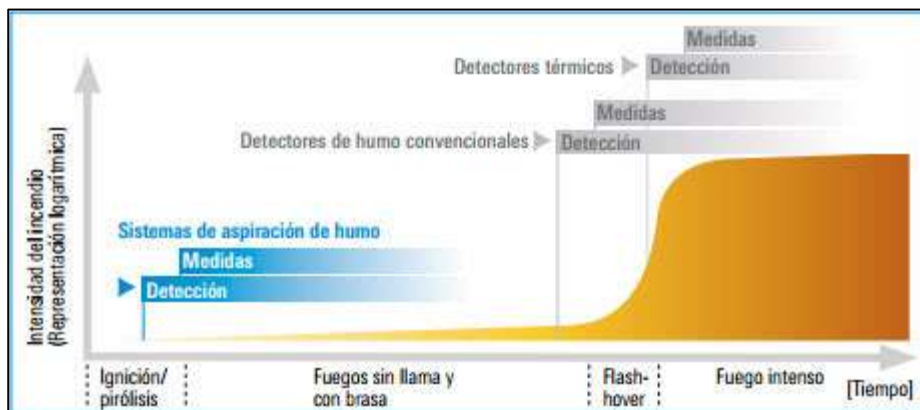


Imagen 47. Sistema de aspiración de humo de alta sensibilidad en comparación con otras tecnologías.

4.4 EXTINCIÓN.

Para la extinción de incendios se va a buscar la alternativa que permita retomar el funcionamiento de la sala en el menor tiempo posible, además de no generar daños a los servidores, de modo que el agua, por ejemplo, no sería una buena alternativa.

Teniendo en cuenta estas exigencias se va a optar por el Novec 1230, un fluido de protección contra incendios que potencia la continuidad operativa en caso de incendio y ayuda a minimizar el tiempo de inactividad para la recuperación y limpieza. Además, no daña la capa de ozono, ofrece un potencial de calentamiento global (GWP) de menos de 1, una vida atmosférica corta y no pertenece a los hidrofluorocarbonos (HFC) que se han de retirar, por lo que no está sometido a la retirada de HFC según el reglamento europeo sobre F-Gas ni ningún otro organismo regulatorio internacional, incluido el Protocolo de Montreal.

El Novec 1230 es una solución de extinción que no utiliza agua, no deja ningún residuo y no conduce la electricidad, que lo hace el sistema ideal en un entorno tecnológico.

Se almacena de forma líquida en bombonas y se descarga como un gas, por lo que requiere aproximadamente un 80 % menos de espacio en comparación con los sistemas de gas inerte.

Para el correcto funcionamiento de este método de extinción, el gas una vez rociado en la sala ha de mantenerse confinado para poder extinguir el fuego, para ello la sala ha de someterse a una prueba de estanqueidad previa a fin de comprobar que no existen filtraciones de aire y que el gas pueda mantenerse en la sala el suficiente tiempo para su correcto funcionamiento.

La extinción se realizará mediante difusores de gas desde el techo y en el falso suelo.

La señal de disparo automático de extinción se hace a partir de las señales recibidas por los detectores ópticos instalados en el falso suelo y el ambiente, una vez registrada la señal de ambos detectores se procede al disparo automático de la extinción.

Una vez que la central de extinción recibe la señal de alarma, se pone en marcha la secuencia de disparo. Dicha secuencia se establece en los siguientes pasos:

- Avisar acústicamente de que el conato de incendio es grave y de que se ha desencadenado el proceso de extinción por lo que salvo por inhibición manual, el personal debe abandonar la sala.
- Proceder temporizadamente y previo a la extinción, a la desenergización de los equipos que sean indicados.
- Cierre automático de todas las puertas y compuertas cortafuegos garantizando estanqueidad en las áreas de extinción.
- Disparo de las válvulas y descarga del agente extintor.

La extinción automática de incendio puede actuarse en cualquier momento de la operativa del sistema mediante la actuación del pulsador de disparo. También puede procederse de forma manual actuando sobre la maneta situada en los cilindros contenedores de gas.

4.5 NECESIDADES.

Se detalla a continuación los elementos necesarios para la instalación.

- Detección de tipo temprana mediante aspiración de humos, tipo VESDA, con centralita de detección y red de tubos de aspiración.
- Central de extinción y valvulería de disparo del sistema de extinción de gas.

Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad

- Botellas de almacenamiento de gas extintor.
- Tuberías de distribución en acero pintado en rojo y boquillas de descarga del gas extintor.
- Paneles de alarma y pulsadores de actuación e inhibición.
- Sirenas de alarma y carteles de extinción disparada.

4.5.1 PANELES Y PULSADORES.

Deben existir mandos accesibles al personal para activar manualmente la detección y para abortar la extinción.

- Pulsador de paro de color azul para sistema de extinción. Diseñado para anular el disparo de un sistema de extinción. Provisto de tapa protectores de plástico, caja de montaje en superficie y etiqueta con el mensaje "PARO EXTINCIÓN".
- Pulsador de disparo de color amarillo para sistemas de extinción. Diseñado para provocar el disparo de un sistema de extinción. Provisto de tapa protectora de plástico, caja de montaje en superficie y etiqueta con el mensaje "DISPARO EXTINCIÓN".
 - o Características de los pulsadores de paro y disparo:
 - -Tensión de alimentación: 24 V DC.
 - -Humedad relativa: máx. 95%.
 - -Dimensiones de la caja: 89(ancho)x93(alto)x27,5(fondo).
 - -Certificado CPD: 1035-CPD-ES044861-2.
- Sirena. Diseñada según la norma EN 54-3. Sirena interior bitonal de color rojo con potencia de 90dB a 1 metro. Requiere alimentación 24 Vcc 20 mA. Dimensiones 100x100x39.

4.5.2 CENTRALES DE DETECCIÓN Y EXTINCIÓN.

Se instalarán un panel de Extinción y Detección autónomo por cada ambiente de extinción diferenciada. Este será fabricado según las normas europeas UNE-EN 10294-1/2003.

Consiste en una Central de detección y extinción con pantalla TFT táctil de 4,3" y 480x272 pixel. Compuesta de un microprocesador de 32 bits de última generación. Incluye circuito de baterías y espacio para 2 baterías de 12V 7Ah. Dispone de 42 leds indicadores de estado de sistema y visualizador con dos dígitos del tiempo de descarga y letrero de "Gas disparado" y llave para la selección de modos manual, automático o fuera de servicio.

Características:

- Central compacta con microprocesador de 32 bits.
- 2 zonas de detección convencional para detectores, más una tercera configurable para detectores o pulsador de disparo manual.
- 2 salidas de sirenas supervisadas.
- 2 circuitos de extinción
- Protección automática contra cortocircuito en todas las salidas.
- Display con indicación de cuanta atrás en segundos.
- 42 leds de indicación para identificación rápida del evento.

Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad

- Relés para cada estado del sistema.
- Regletas extraíbles en todas las conexiones.
- Conforme a normas europeas. EN54-2/4 y EN12094/1:2003.
- Certificado CPD: 1134-CPD-045.

4.5.3 SISTEMA DE EXTINCIÓN AUTOMÁTICA.

Se instalará un sistema de extinción automática de incendios formado por agente extintor NOVEC 1230 para cubrir las necesidades de extinción de la sala. La ubicación de las botellas del agente de extinción NOVEC 1230 será en el pasillo técnico.

La instalación es convencional a baja presión, económica y con menor necesidad de espacio para el almacenaje que otras opciones como el FM200 y FE13 ya en desuso. La presurización con nitrógeno seco, unida a su baja energía de vaporización, provocan que el cambio de fase en las boquillas y la difusión en el recinto sean muy rápidos, con una baja concentración de diseño (%vol.) que se precisa para una extinción total.

Respecto a la protección del usuario, cabe destacar que el agente NOVEC-1230 tiene un alto margen de seguridad por su baja concentración de diseño respecto de la máxima permitida sin efectos para los ocupantes (NOAEL).

La selección de los difusores viene determinada generalmente por la cantidad de NOVEC 1230 requerida frente a la capacidad de los difusores para dejar pasar el flujo. Otros factores como la superficie cubierta, disposición de los difusores, obstrucciones del conducto de descarga... pueden influir también en la decisión.

La distribución desde las botellas de almacenamiento hasta los difusores se realizará mediante tubería que será de acero estirado sin soldadura SCH80, para una presión al menos de 3000 lbs, cumpliendo ASTM, pintado en color rojo bombero, con los accesorios como codos, té, derivaciones igualmente cumpliendo ASTM, para lo cual se solicitaran certificados de toda la tubería y accesorios.

Se ubicarán difusores en ambiente y falso suelo.

El esquema planteado para este proyecto, para minimizar el número de botellas manteniendo un alto nivel de redundancia, es aprovechar las botellas instaladas para la extinción de otra sala IT mediante el uso de válvulas selectoras.

-Tipo de gas: gas extintor por enfriamiento de llama del tipo Novec 1230. No absorben ni desplazan grandes cantidades de oxígeno ni dificultan la visión.

-Seguridad del personal: no entraña ningún riesgo para las personas ni afectan el funcionamiento de los equipos ni el sistema eléctrico. No requieren una parada técnica ni limpieza posterior.

- Rápida acción extintora que reduce el incendio en menos de 1 seg. Minimizando la generación de humos y gases tóxicos.

-Respecto al medio ambiente: no afectan a la capa de ozono y su vida atmosférica es muy corta.

Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad

-Contenedores: botellas de acero homologadas, de volumen aproximado de 150 l. Fabricadas bajo normativa europea CE y directiva de equipo a presión transportables 199/36/CE para una presión de trabajo de 25 bar a 20 °C y una presión de prueba de 60 bar.

-Tubería de distribución y descarga del gas NOVEC: realizada en acero negro al carbono estirado sin soldaduras pintada de color rojo.

-Boquillas difusoras cónicas en acero cromado.

-Disparo del gas: válvulas de disparo con solenoide eléctrico (24 V – 13 W) accionadas por central de control de extinción. Válvulas antirretorno y selectoras para la sala a proteger.

4.5.4 PRUEBA DE ESTANQUEIDAD.

En cumplimiento del nuevo Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios (RIPCI) del RD 513/2017, de 22 de mayo, y disponer de los certificados de mantenimiento periódicos conforme a la UNE 23580, en las salas que dispongan de protección de incendios mediante sistemas automáticos por gas se incluye la realización del denominado Door Fan Test, una prueba para determinar el nivel de estanqueidad de la sala protegida, para poder certificar que el sistema de extinción pueda ser realmente efectivo ante una descarga.

La prueba se realizará antes de la puesta en marcha de la instalación, siguiendo las indicaciones de la UNE-EN 15004-1 para su ejecución. Una vez realizados, se entregará un informe de los resultados, así como de las recomendaciones encontradas en la prueba.

5 BIBLIOGRAFÍA.

- Libro de Tecnología Eléctrica 3ª Edición.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, según Decreto 842/2002 del 2 de agosto.
- Norma UNE EN-12464 para la implementación y diseño del alumbrado.
- Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales, según Real Decreto 2267/2004 del 3 de diciembre de 2004.
- Norma EN-50600.
- Schneider Electric. <https://www.se.com/es/es/>.
- Hiref <https://hiref.it/es>.
- Lighting Philips. [https://www.lighting.philips.es/prof/luminarias-de-interior#pfpath=0-CINDOOR GR](https://www.lighting.philips.es/prof/luminarias-de-interior#pfpath=0-CINDOOR_GR).
- Reglamento (CE) n.º 517/2014 (F-GAS).
- Estandar TSI.
- Aemet.
<http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/valoresclimatologicos>
- Delta Busway systems. <https://www.deltapowersolutions.com/en/mcis/busway-system.php>
- Network Engineering. <http://www.network-ee.com/index.php..>
- Stulz. <https://www.stulz.es/es/>.
- Vertiv. <https://www.vertiv.com/es-emea/>.
- Pladur. <https://www.pladur.es/es-es>.
- RITE IT 1.2.4.2.1 sobre aislamiento térmico.
- Reglamento (CE) nº517/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo sobre los gases fluorados de efecto invernadero.
- UNE 12464.1 sobre niveles de iluminancia.
- Pliego de prestaciones técnicas de la instalación de un nuevo centro de datos redundante en el ámbito aeroportuario.
- APC. <https://www.apc.com/shop/es/es/categories/racks-and-accessories/racks-and-enclosures/N-89umw2>.
- Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios (RIPCI) del RD 513/2017, de 22 de mayo.
- Xtralis <https://xtralis.com/page/1068/spanish>.
- Carlos Ugena Calvo, Carlos Roldán Porta (2017). Proyecto de instalación eléctrica de baja tensión de una almazada en Sax. <http://hdl.handle.net/10251/88075>.
- Erika Almache Inga, Carlos Roldán Porta (2019) Proyecto de instalación eléctrica de baja tensión en una industria de muebles con 230kW instalados ubicada en Quartell <http://hdl.handle.net/10251/124502>.
- Román Lopez Nácher, Alberto José Campillo Fernández (2019). Diseño de instalaciones de climatización de las oficinas de una planta industrial de logística situada en Requena. <http://hdl.handle.net/10251/127057>.

Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad

6 PRESUPUESTOS.

Para la elaboración de los presupuestos se ha utilizado el programa Menfis.

En los precios unitarios de los elementos presupuestados va incluida la mano de obra.

Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y

N.º de obra	Descripción de las unidades de obra	Medición	Precio	Importe
1	Instalación de climatización			
1.1	Equipos			
1.1 01.01.01	Unidades interiores Suministro e instalación de unidad interior de 50 kW de potencia sensible, de expansión directa y condensada por aire (Marca Hiref). Impulsión por suelo técnico y retorno por techo. -400 V/3Ph + N/50Hz. -Doble circuito de alimentación eléctrica. -Control HiPro XL. -Refrigerante R410A. -Control humectación/deshumectación. -Electric heaters 3 step. -pCOWEB (SNMP, BACNET ETHERNET, MODBUS TCP/IP) supervisión. -Filtro G4. -Incluye bancada.	2,00	14.896,31	29.792,62
1.2 01.01.02	Unidades condensadoras Suministro e instalación de unidad condensadora. Incluye: -Control de condensación mediante modulación de velocidad del ventilador, 230/1/50-60Hz. -1 alimentación eléctrica (solo uno principal). -Tubos de cobre standar. -230V/1ph/50-60 Hz. -Instalación horizontal - kit de soportación. -Jaula de madera.	4,00	1.635,02	6.540,08
	Total Capítulo 1.1	..... .....	..... .....	36.332,70
1.2	Varios climatización			
1.3 01.02.01	Instalación eléctrica Conexión eléctrica de los equipos a las dos acometidas eléctricas A + B y protecciones, cableado e interconexión entre unidades interiores y exteriores.	2,00	734,26	1.468,52
1.4 01.02.02	Sistema de control y alarmas Cableado de alarmas y control SNMP de las 2 máquinas nuevas para proporcionar redundancia N + 1. Incluye conexionado al sistema de alarmas del centro, además de detector de inundaciones instalado en cada máquina. Se instalarán 12 sondas de temperatura que irán integradas en un cuadro de control exterior, controladas y monitorizadas de forma online mediante la plataforma Ebrain.	2,00	1.880,01	3.760,02
1.5 01.02.03	Circuito frigorífico Suministro e instalación de línea frigorífica. Incluye aislamiento y accesorios de fijación y soportación.	4,00	1.260,86	5.043,44
1.6 01.02.04	Sistema de conducción de aire y cortafuegos Suministro e instalación de conducto de acero galvanizado para el retorno del aire de las máquinas, sistema de unión con junta METU, lona antivibratoria y elementos de fijación. Compuerta cortafuegos motorizadas RF 120 en impulsión y retorno, y acabado de la instalación con rejillas en las salas. Incluye ajuste de los pasos de las conducciones a las paredes de la sala.	2,00	3.582,92	7.165,84
1.7 01.02.05	Refrigerante R410A Kilos de refrigerante R410A exento de tasas por primera instalación.	30,00	44,62	1.338,60
1.8 01.02.06	Puesta en marcha Trabajos de ingeniería, programación y puesta en marcha de todos los dispositivos necesarios para el correcto funcionamiento de los equipos. Pruebas de estanqueidad y funcionamiento.	2,00	225,23	450,46
	Total Capítulo 1.2	..... .....	..... .....	19.226,88
	Total Capítulo 1	..... .....	..... .....	55.559,58
2	Instalación eléctrica			
2.1	Cuadros secundarios			
2.1 02.01.01	Cuadro eléctrico Cuadro eléctrico, cofret Pack 160, 5 filas, alto 930mm.	2,00	703,38	1.406,76
2.2 02.01.02	Puerta cuadro eléctrico Puerta transparente Pack 160 5 filas, alto 930mm.	2,00	365,04	730,08

Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad

N.º Orden	Descripción de las unidades de obra	Medición	Pr e c i o	Importe
2.3 02.01.03	Interruptor automático 32A Interruptor automático magnetotérmico IC60N 2P 32A CURVA-C	24,00	193,28	4.638,72
2.4 02.01.04	Interruptor diferencial 40A Interruptor diferencial IDD 2P 40A 300mA CLASE-AC	24,00	230,93	5.542,32
2.5 02.01.05	Interruptor seccionador Interruptor manual INS 160A 4P empotrable negro	2,00	281,98	563,96
2.6 02.01.06	Repartidor tetrapolar Repartidor tetrapolar 160A 10 módulos	2,00	47,14	94,28
2.7 02.01.07	Interruptor automático 250A Interruptor automático magnetotérmico NSX250F Micrologic 2.2 250A 4P4R	2,00	3.175,17	6.350,34
2.8 02.01.08	Contador de energía trifásico Contador de energía trifásico CEM-C30-312 para carril DIN, Circutor (medida indirecta)	2,00	165,22	330,44
2.9 02.01.09	Convertor RS-485 Convertor Ethernet a RS-485 TCP1RS	2,00	213,31	426,62
	Total Capítulo 2.1**	..... ***	..... ****	**20.083,52
2.2	Iluminación			
2.10 02.02.01	Instalación luminaria de techo Suministro e instalación de luminaria de techo INSAVER LED II 150 HIGH OUTPUT WW EB PLUS3. Incluye: replanteo, montaje, fijación y nivelación, conexonado y comprobación.	15,00	196,70	2.950,50
	Total Capítulo 2.2**	..... ***	..... ****	**2.950,50
2.3	Líneas eléctricas			
2.11 02.03.01	Cable de cobre XLPE 95mm2 Cable multipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1kV, con conductor clase 5(-k) de 95mm2 de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1).	90,00	70,76	6.368,40
2.12 02.03.02	Cable de cobre XLPE 4mm Cable multipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1kV, con conductor clase 5(-k) de 4mm2 de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1).	250,00	3,55	887,50
2.13 02.03.03	Rejiband 60x150 C8 Rejiband 60x150	90,00	14,50	1.305,00
2.14 02.03.04	Rejiband 60x60 C8	17,00	9,63	163,71
	Total Capítulo 2.3**	..... ***	..... ****	**8.724,61
2.4	Iluminación de emergencia			
2.15 02.04.01	Instalación de luminaria de emergencia Suministro e instalación de luminaria de emergencia, para adosar a pared, con tubo lineal fluorescente, 6W - G5, flujo luminoso 210 lúmenes, carcasa de 245x110x58mm, clase II, IP 42, con baterías de Ni-Cd de alta temperatura. Incluye accesorios, elementos de anclaje y material auxiliar. Totalmente montada, conexonada y probada. Incluye: Replanteo, montaje, fijación y nivelación, conexonado.	1,00	57,28	57,28
	Total Capítulo 2.4**	..... ***	..... ****	**57,28

N.º Orden	Descripción de las unidades de obra	Medición	Precio	Importe
2.5	Puesta a tierra			
2.16 02.05.01	Conductor a tierra Conductor de tierra formado por cable rígido desnudo de cobre trenzado, de 25 mm2 de sección.	25,00	5,25	131,25
2.17 02.05.02	Conductor a tierra	50,00	2,80	140,00
	Total Capítulo 2.5	.....	.....	271,25
		
	Total Capítulo 2	.....	.....	32.087,16
		
3	Instalación de detección y extinción de incendios			
3.1 03.01.01	Adecuación de las botellas actuales para instalación de válvulas direccionales Incluye: -1 ud. Actuador neumático cilíndrico Novec 142 lts. -1 ud. Válvula Antiretorno para cilindro esclavo. -1 ud. Cilindro piloto de nitrógeno de 3 lts. -1 ud. Colector de 2 1/2" con dos salidas de 2" y una entrada de 1 1/2". -2 ud. Válvula antiretorno de 1/4" para cilindro piloto. -Turbing neumático para activación de direccionales. -2 ud. Válvula direccional de 2" PN250. -2 ud. Válvula solenode. -2 ud. Difusor de pared para sala suite.	1,00	5.919,74	5.919,74
3.2 03.01.02	Tubería sin soldadura de acero galvanizado Tubería sin soldadura de acero galvanizado tipo A106/API5L GR.B 2 SCH40.	12,00	36,72	440,64
3.3 03.01.03	Tubería sin soldadura de acero galvanizado1 Tubería sin soldadura de acero galvanizado tipo A106/API5L GR.B 1 SCH40.	6,00	22,05	132,30
3.4 03.01.04	Tubería sin soldadura de acero galvanizado2 Tubería sin soldadura de acero galvanizado tipo A106/API5L GR.B 3/4 SCH40.	12,00	16,50	198,00
3.5 03.01.05	Prueba de estanqueidad previa	1,00	825,00	825,00
3.6 03.01.06	Central de extinción Morley	1,00	511,00	511,00
3.7 03.01.07	Módulo interface para lazo de centrales analógicas Morley	1,00	215,00	215,00
3.8 03.01.08	Fuente 24V 2.5A Morley	1,00	212,75	212,75
3.9 03.01.09	Batería Yuasa 12V-7Ah	4,00	20,01	80,04
3.10 03.01.10	Módulo monitor de 1 entrada notifier	1,00	55,50	55,50
3.11 03.01.11	Caja para montaje módulos ademco	1,00	7,25	7,25
3.12 03.01.12	Pulsador de bloqueo de extinción Pulsador de bloqueo de extinción EN-12094-3 color azul Morley/notifier.	1,00	27,75	27,75
3.13 03.01.13	Pulsador de disparo de extinción Pulsador de disparo de extinción EN-12094-3 color amarillo Morley/notifier.	1,00	27,75	27,75
3.14 03.01.14	Sirena óptico acústica interior Morley	1,00	32,25	32,25
3.15 03.01.15	Letrero luminoso interior Morley	1,00	75,01	75,01
3.16 03.01.16	Detector óptico convencional vision Morley	4,00	21,00	84,00

Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad

N.º Orden	Descripción de las unidades de obra	Medición	Pr eci o	Importe
3.17 03.01.17	Base estándar detector analógico Morley	4,00	4,59	18,36
3.18 03.01.18	Zócalo de superficie det. convencional Morley	4,00	2,79	11,16
3.19 03.01.19	Cámara de aspiración de 1 canal	1,00	1.281,50	1.281,50
3.20 03.01.20	Tubo rojo de aspiración de 25mm	30,00	9,38	281,40
3.21 03.01.21	Accesorios para instalación de tubería de sistema de aspiración Incluye: -Manguito. -T bifurcación para tubería capilar de 10mm. -Curva de 90º radio 60mm. -Abrazadera. -Tubería capilar de 10mm. -Punto de muestreo. -Te para tubo de 25mm. -Capilar.	1,00	56,25	56,25
3.22 03.01.22	Instalación eléctrica para el conexionado Instalación eléctrica para el conexionado de los elemento anteriormente mencionados. formada por: -Manguera trenzada, apantallada, resistente a fuego y libre de halógenos. -Tubos de PVC no libre de halógenos, rígido o corrugado según necesidades de la instalación.	1,00	960,40	960,40
3.23 03.01.23	Programación y puesta en marcha del sistema de extinción	1,00	200,00	200,00
	Total Capítulo 3	..... ..	..... ....	11.653,05
	Total Presupuesto	..... ..	..... ....	99.299,79

Diseño y cálculo de las instalaciones de una sala dedicada en un centro de datos de misión crítica y alta disponibilidad

Nº Orden	Código	Descripción de los capítulos	Importe
01	01	Instalación de climatización	55.559,58
01.01	01.01	Equipos	36.332,70
01.02	01.02	Varios climatización	19.226,88
02	02	Instalación eléctrica	32.087,16
02.01	02.01	Cuadros secundarios	20.083,52
02.02	02.02	Iluminación	2.950,50
02.03	02.03	Líneas eléctricas	8.724,61
02.04	02.04	Iluminación de emergencia	57,28
02.05	02.05	Puesta a tierra	271,25
03	03	Instalación de detección y extinción de incendios	11.653,05

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL 99.299,79

13% Gastos Generales 12.908,97

6% Beneficio Industrial 5.957,99

PRESUPUESTO BRUTO 118.166,75

21% I.V.A. 24.815,02

PRESUPUESTO LIQUIDO 142.981,77

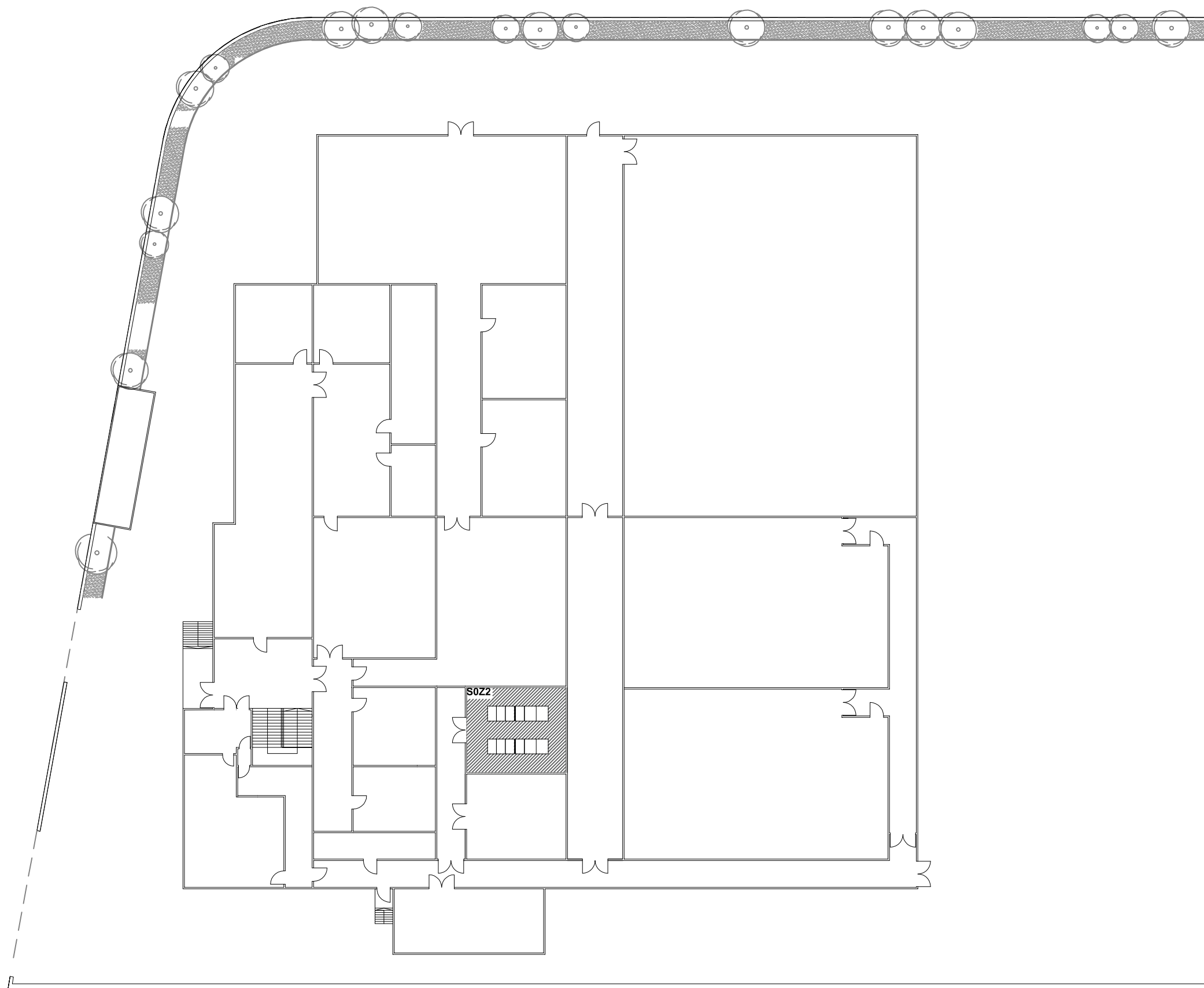
Suma el presente presupuesto la cantidad de:

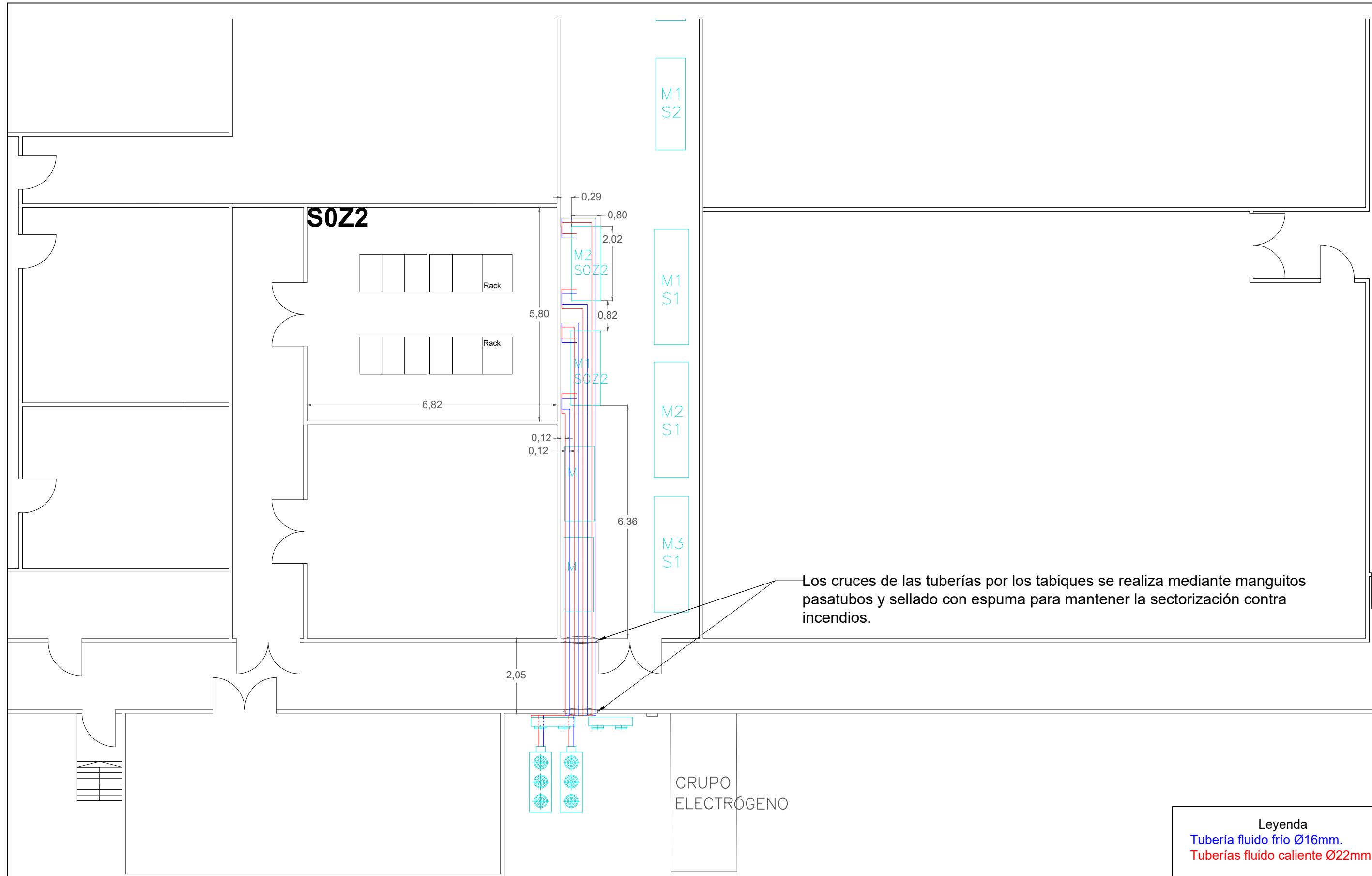
CIENTO CUARENTA Y DOS MIL NOVECIENTOS OCHENTA Y UN EUROS CON SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS.

7 PLANOS.

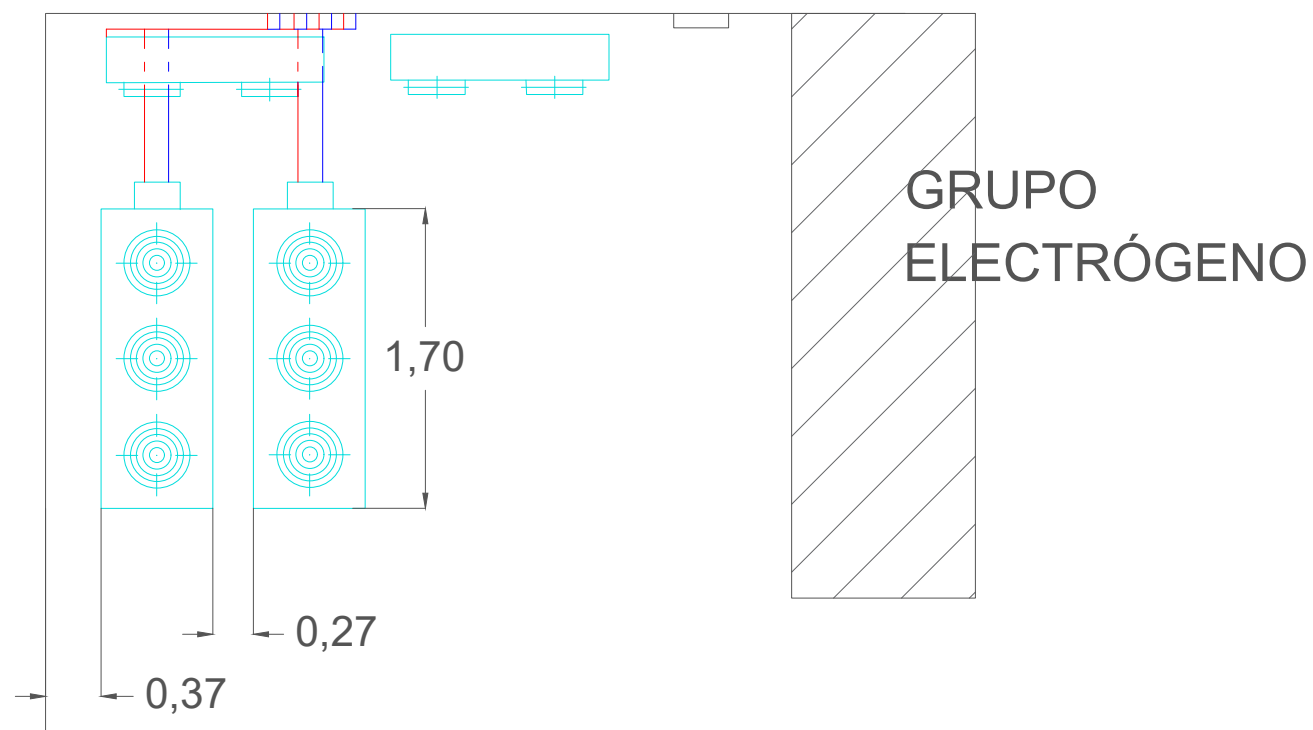
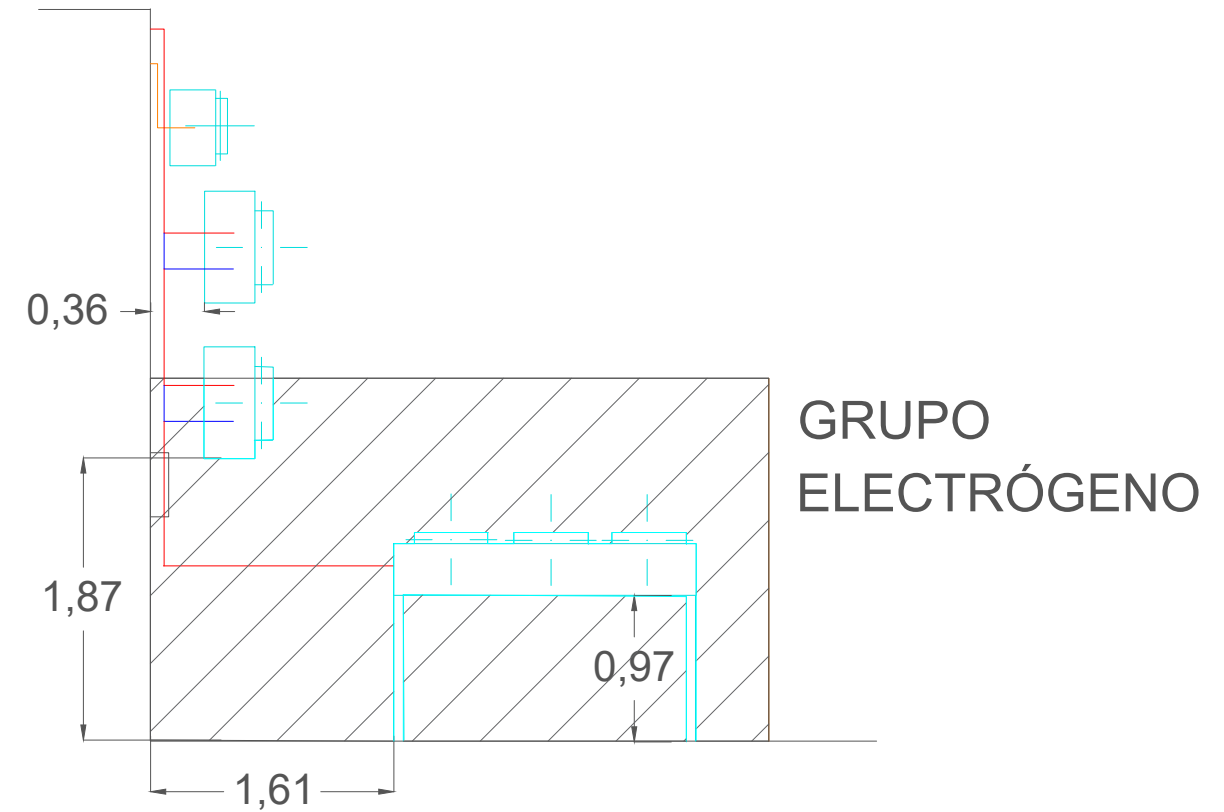
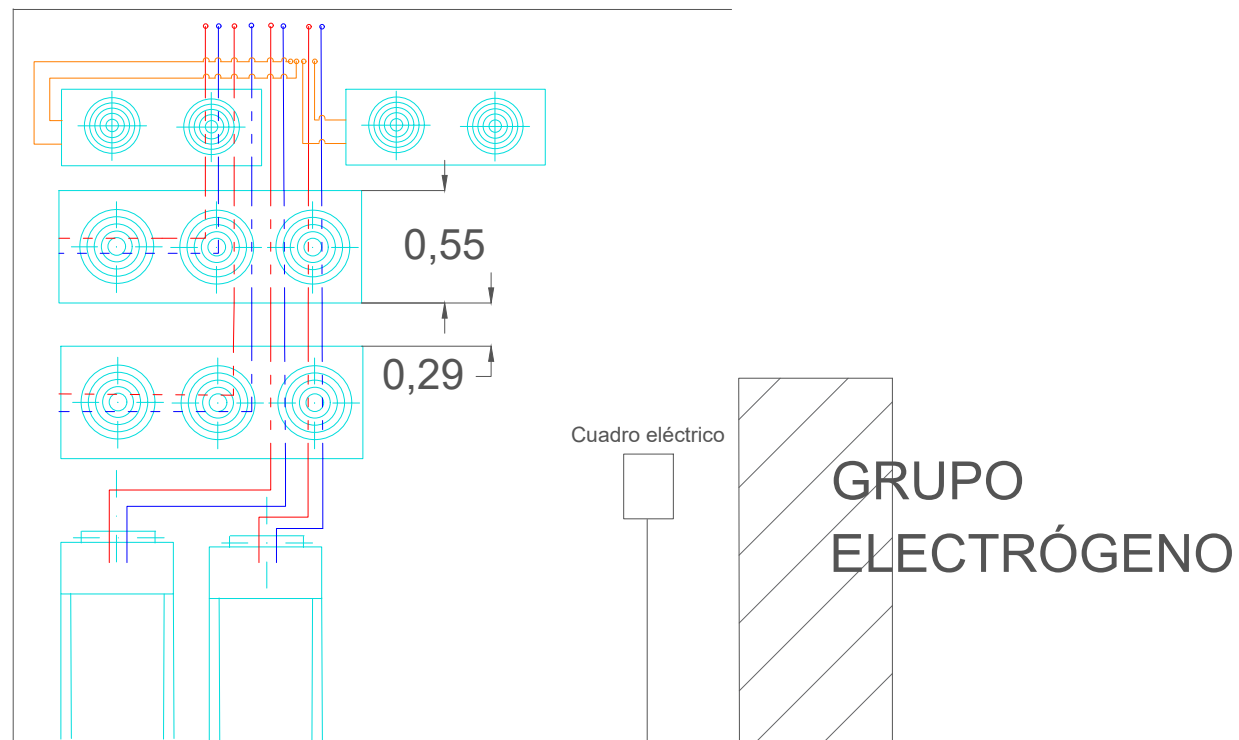
7.1 ÍNDICE DE LOS PLANOS.

- Plano 1: Distribución en planta de la nave.
- Plano 2: Instalación de climatización de la sala S022.
- Plano 3: Vistas de la ubicación de las condensadoras de la instalación de climatización.
- Plano 4: Vistas de las evaporadoras y compuertas cortafuegos de la instalación.
- Plano 5: Instalación de detección y extinción de incendios.
- Plano 6: Distribución de la instalación de incendios en la sala.
- Plano 7: Esquema unifilar de las líneas de suministro de los racks.





Leyenda	
Tubería fluido frío Ø16mm.	
Tuberías fluido caliente Ø22mm.	
Cotas en metros.	

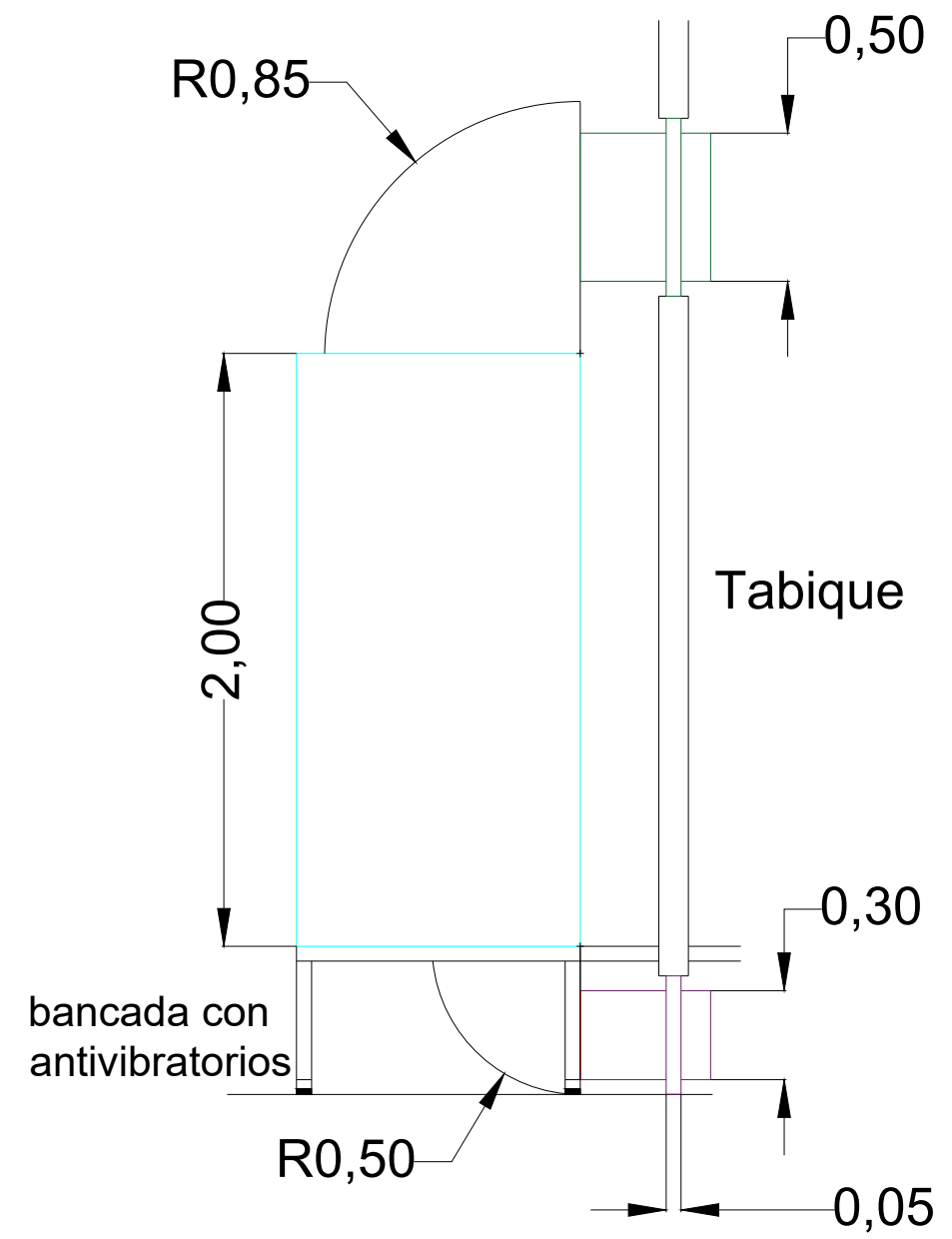
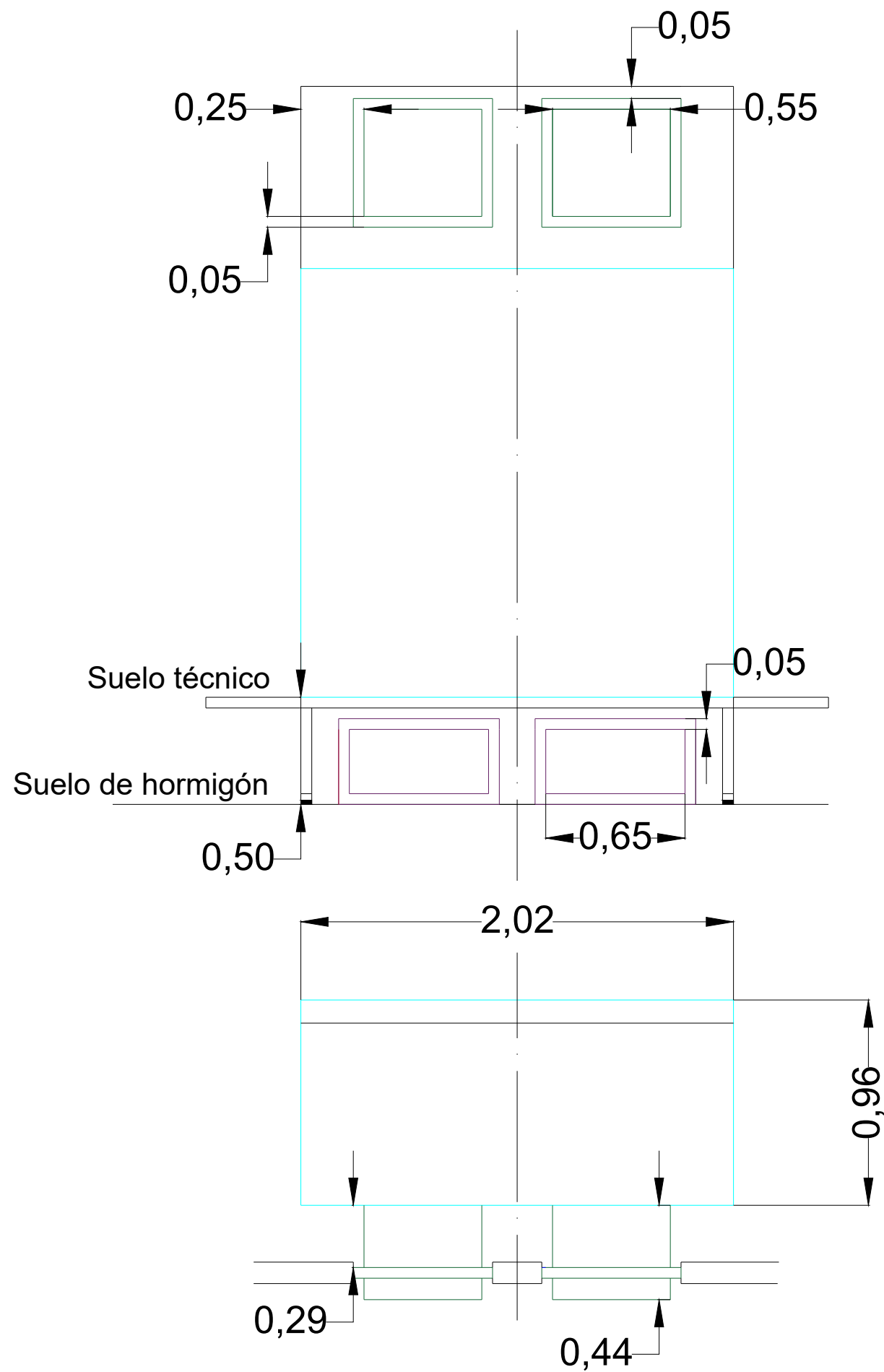


Leyenda

Tuberías fluido caliente Ø22mm

Tuberías fluido frío Ø16mm

Cotas en metros.



Leyenda.

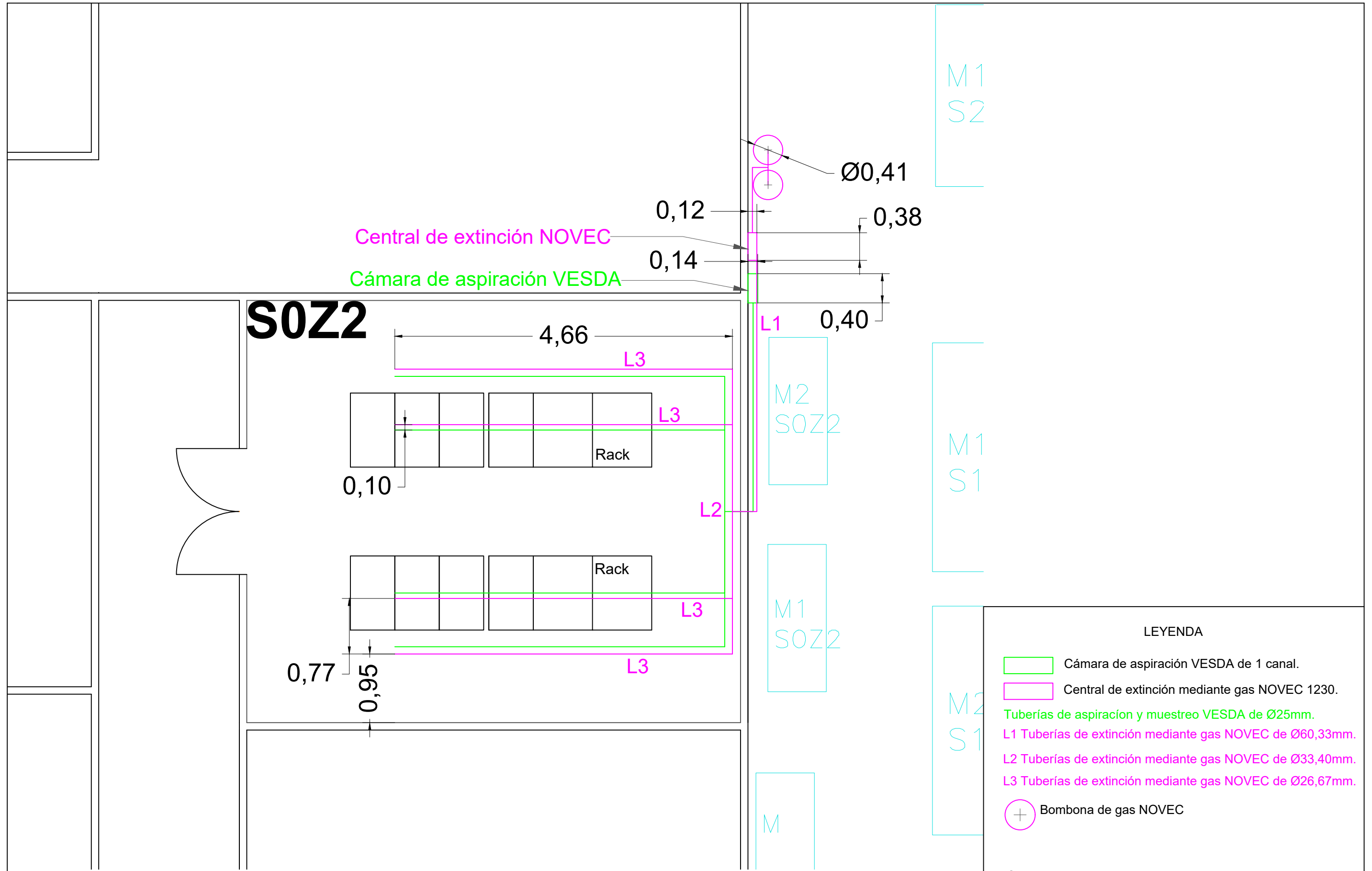
Máquinas evaporadoras.

Compuertas cortafuegos:

-NCF2 650x300

-NCF2 550x500

Cotas en metros.



Central de extinción NOVEC

Cámara de aspiración VESDA

S0Z2

4,66

L3

L3

Rack

0,10

L2

Rack

L3

0,77

0,95

L3

Ø0,41

0,12

0,38

0,14

0,40

L1

M2
S0Z2

M1
S1

M1
S0Z2

M2
S1

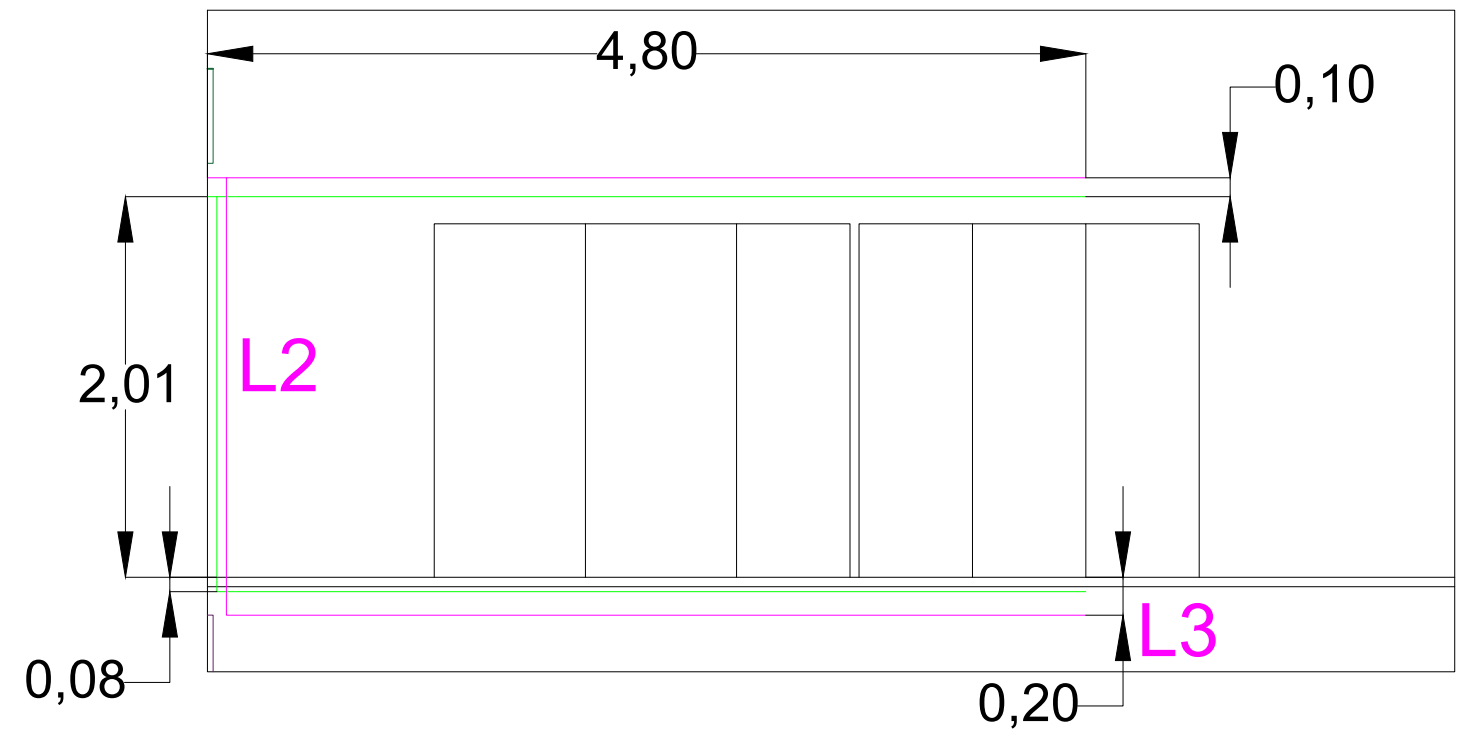
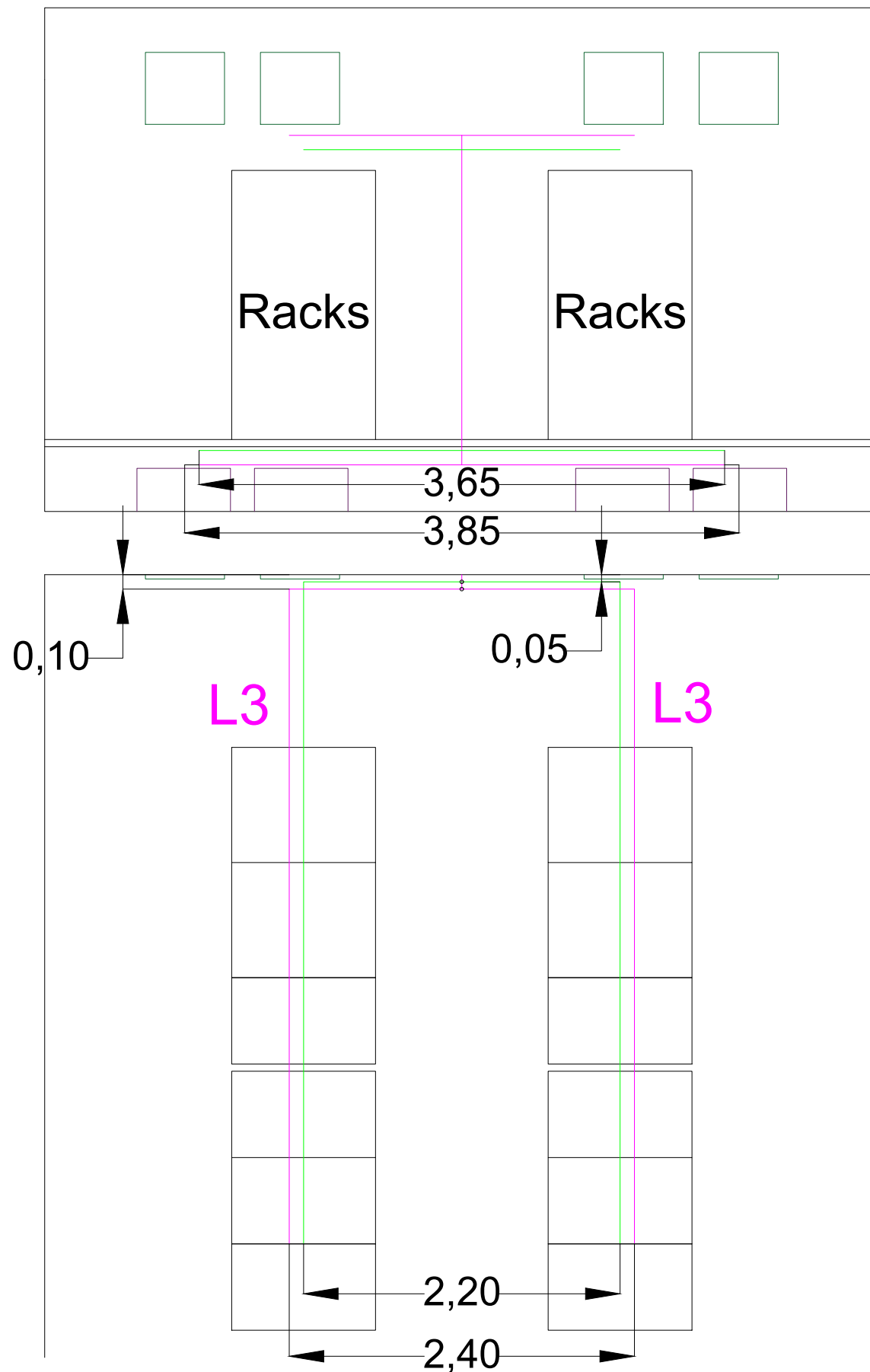
M

M1
S2

LEYENDA

- Cámara de aspiración VESDA de 1 canal.
- Central de extinción mediante gas NOVEC 1230.
- Tuberías de aspiración y muestreo VESDA de Ø25mm.
- L1 Tuberías de extinción mediante gas NOVEC de Ø60,33mm.
- L2 Tuberías de extinción mediante gas NOVEC de Ø33,40mm.
- L3 Tuberías de extinción mediante gas NOVEC de Ø26,67mm.
- + Bombona de gas NOVEC

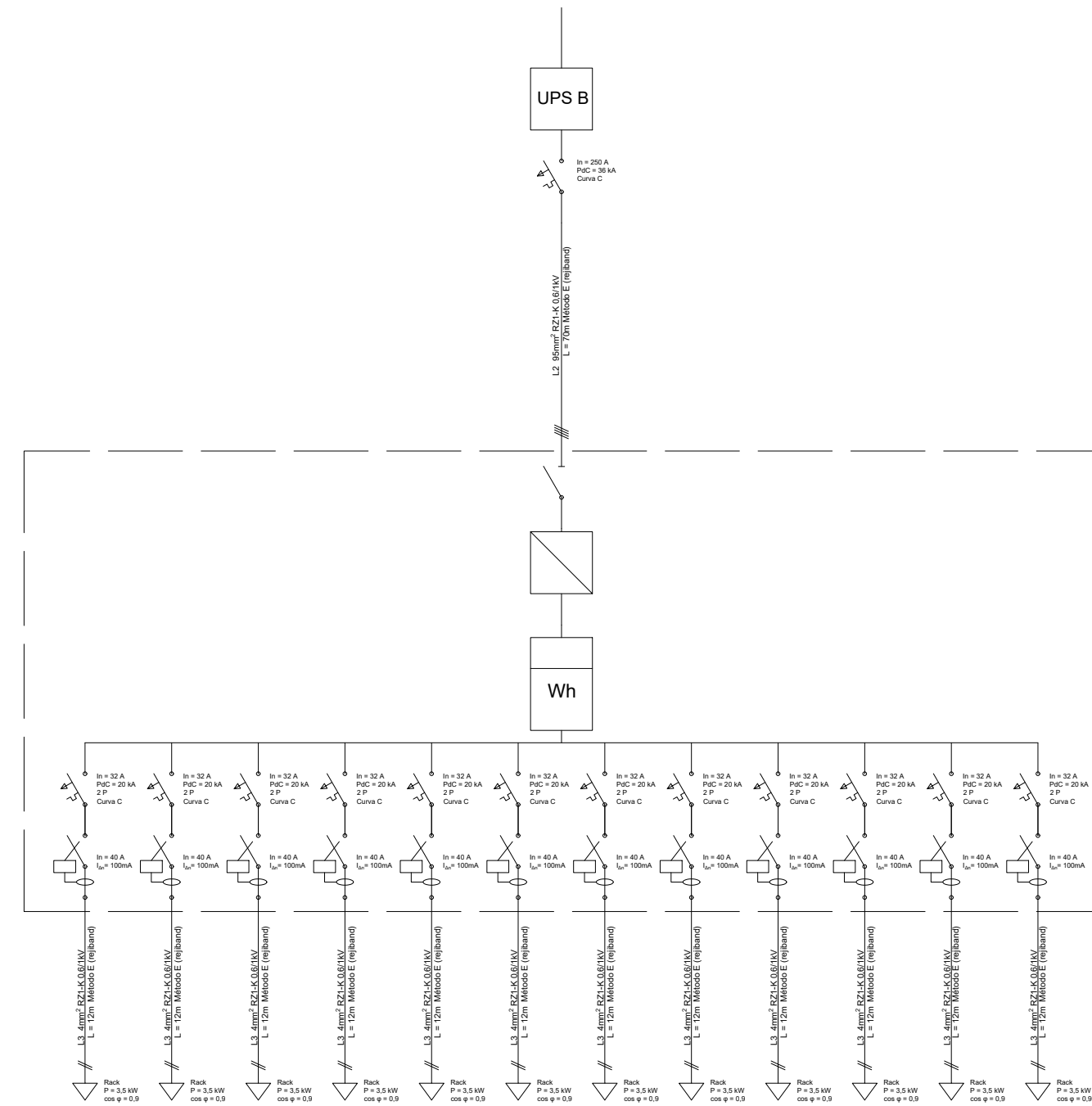
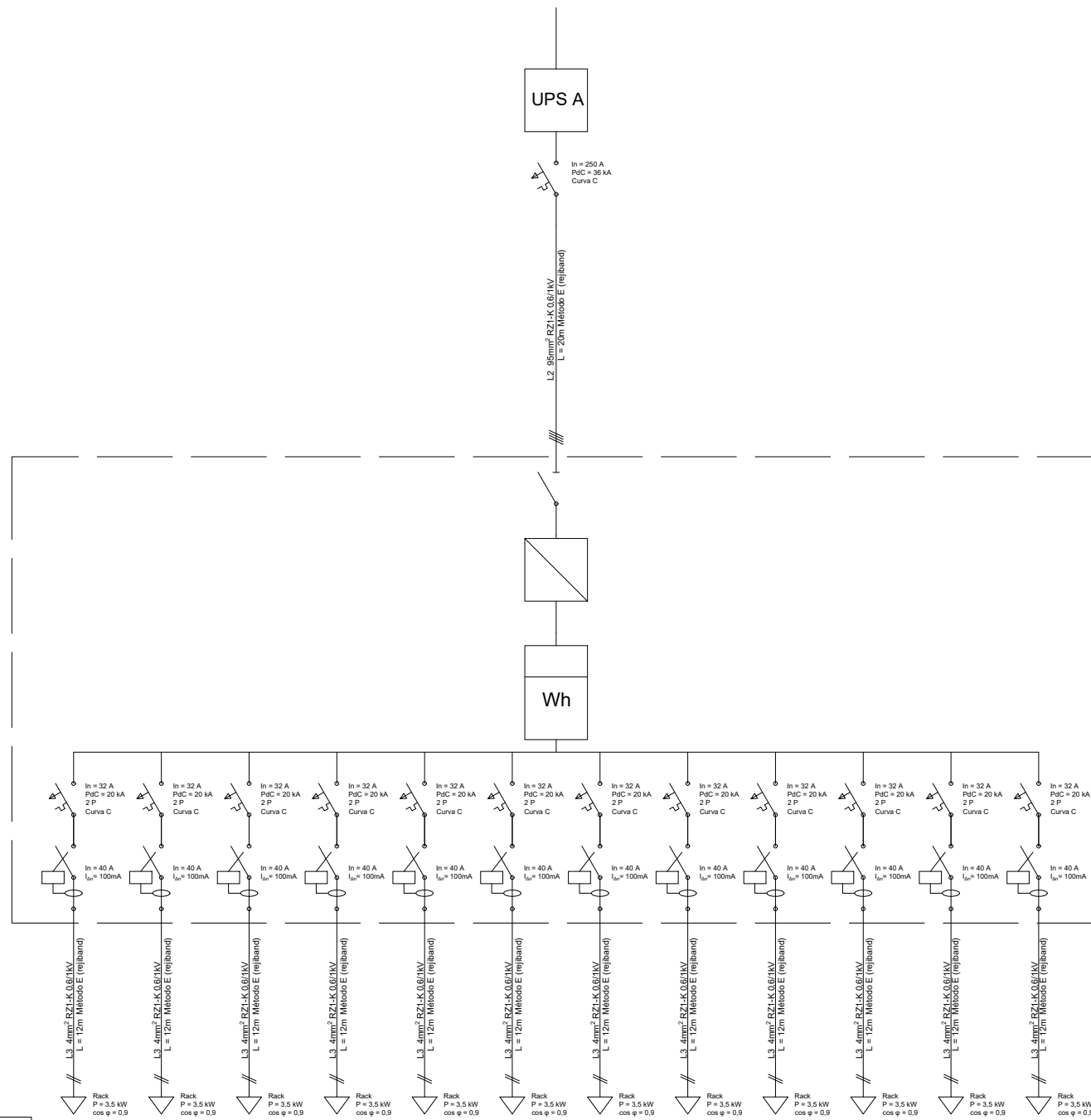
Cotas en metros.



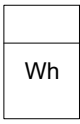
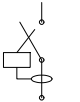
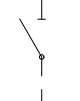
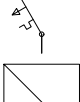
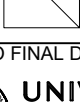
Leyenda

- Tuberías de aspiración y muestreo VESDA Ø25mm
- L2 Tuberías de extinción mediante gas NOVEC de Ø33,40mm
- L3 Tuberías de extinción mediante gas NOVEC de Ø26,67mm

Cotas en metros.



LEYENDA

-  Contador
-  Interruptor diferencial
-  Seccionador
-  Interruptor automático
-  Conversor