

CAPITULO 3:

MODIFICACIONES EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN Y GENERACIÓN ELÉCTRICA

3.1 ESTADO ACTUAL

3. MODIFICACIONES EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN Y GENERACIÓN ELÉCTRICA

3.1. ESTADO ACTUAL

3.1.1. ESQUEMA GENERAL ACTUAL DE LA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA

A continuación se describe el sistema de distribución eléctrica actual en el Aeropuerto de Sevilla. Para su mejor comprensión se aconseja hacer uso del esquema unifilar actual, remitiéndose a los planos del proyecto para tal fin.

El actual sistema de distribución eléctrica en la Central Eléctrica del Aeropuerto puede ser esquematizado como se indica en el diagrama de bloques que a continuación se muestra.

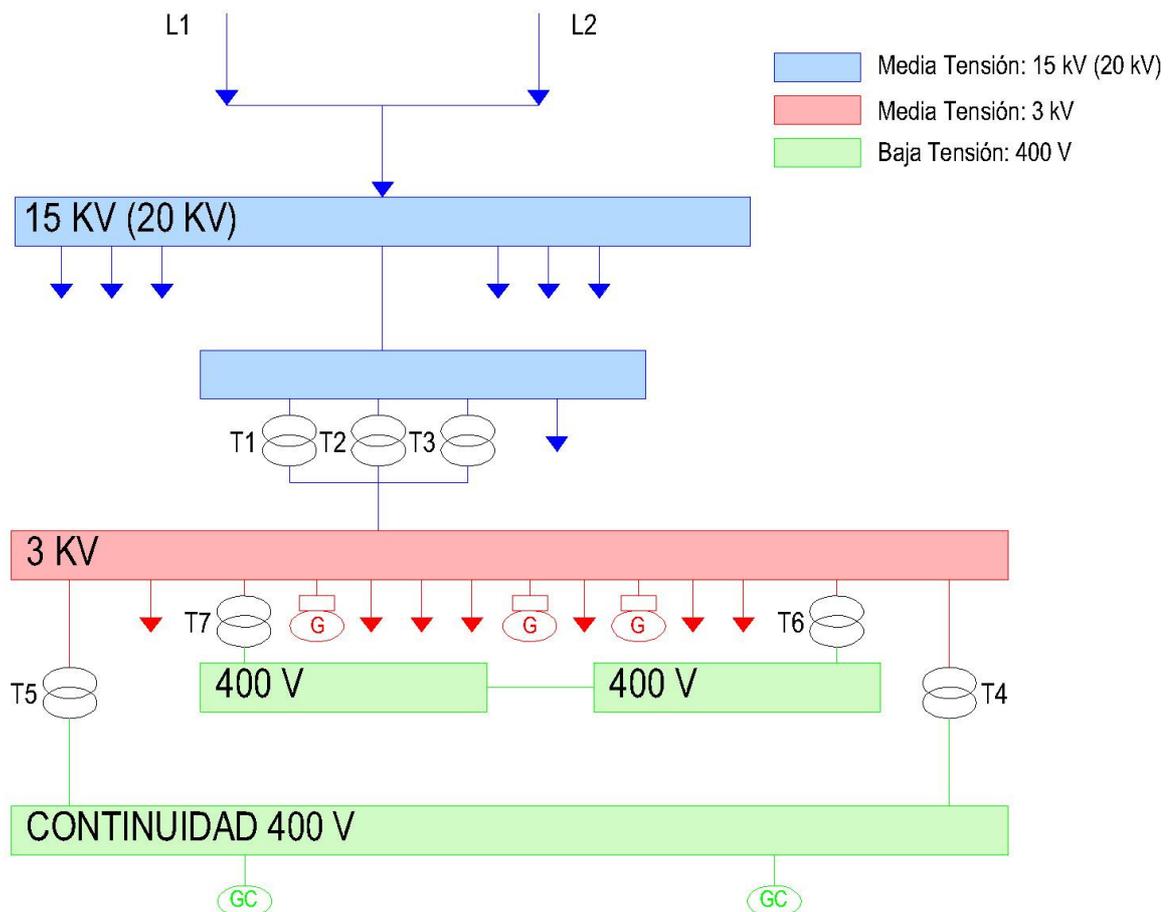


Figura I. Diagrama de bloques de distribución eléctrica. Estado actual.

El aeropuerto de Sevilla dispone de una Central Eléctrica situada a unos 10 metros al este de la plataforma de estacionamiento de aeronaves y a unos 250 metros al este del Edificio Terminal de Pasajeros. Hasta ella llegan dos líneas de acometida de la compañía eléctrica Endesa, a un nivel de tensión de 15 kV (20 kV en un futuro inmediato). Se trata de dos acometidas aéreas procedentes de la misma subestación, Los Espartales. En funcionamiento normal, en la Central se produce la discriminación de una de las líneas, que queda en reserva, alimentándose la Central con la restante, línea prioritaria.

Desde las cabinas de alta tensión de la Central Eléctrica se distribuye la energía a los centros de transformación del Aeropuerto. Hay dos niveles de distribución: 3 kV y 15 kV (20 kV). Desde estos dos embarrados se produce la distribución de energía principalmente a través de anillos, aunque hay receptores que se alimentan en punta, como se verá más adelante.

La barra de 15kV está partida ofreciendo una configuración redundante, contando un total de 22 cabinas actualmente. Desde dicho embarrado se acomete a dos anillos en este régimen de tensión y a otras cargas en punta, quedando algunas cabinas de reserva. Además, desde esta barra a través de la cabina 13A, se procede a alimentar a un embarrado intermedio entre la barra de 15 y 3kV, donde se sitúan tres transformadores que convierten de 15 a 3kV, con sus respectivas celdas de protección a la entrada y salida.

Los dos anillos de 15 kV dan servicio a los siguientes centros de transformación:

Anillo 1 a 15 kV: _ CT Edificio Terminal

Anillo 2 a 20 kV: _ CT Antiguo Terminal
 _ CT Hangar

Las salidas de los tres transformadores reductores alimentan al embarrado de 3 kV, que cuenta con 28 cabinas a través de las cuales se da servicio a otros dos anillos a este nivel de tensión, y a otros suministros, quedando algunas celdas reservadas. Los grupos de emergencia están conectados al embarrado de 3 kV.

A través los anillos de 3 kV se da servicio a los centros de transformación:

Anillo 3 a 3 kV: _ CT Edificio Terminal

Anillo 4 a 3 kV: _ CT Antiguo Terminal
 _ CT Hangar
 _ CT-Caseta aparcamiento P2

El centro de transformación CT SEI se alimenta en punta a través del embarrado de 3 kV.

Con presencia de red normal, en cualquiera de las dos líneas de acometida, la Central se alimenta con interruptores 5A y 13A cerrados. En caso de fallo de tensión en una de las líneas de acometida, un equipo de transferencia automática conmuta a la otra línea. El modo de funcionamiento normal es, por tanto, únicamente con alimentación a través de una de las dos líneas de acometida.

La alimentación de emergencia se realiza a través de tres grupos electrógenos de 2250 kVA, conectados al embarrado de 3 kV, instalados en el año 2008. Con esta reforma se modificó también la configuración del embarrado de 3 kV, que ha sido dividido en dos semibarras.

El sistema de control de Grupos recibe tensión de red desde la cabina de medida 4A. Si se produce fallo estable de red, se desencadena el funcionamiento de la planta de energía: orden de puesta en servicio de Grupos, apertura del interruptor 13A, conexión de los interruptores 10M y/o 17M y/o 23M para abastecimiento a los embarrados de 3 kV a través de uno, dos o tres grupos de emergencia.

Los procesos de acoplamiento con la red y abastecimiento desde ésta se realizan previa comprobación de las condiciones de sincronismo entre las cabinas 6B y 4A, y las pertinentes actuaciones de apertura y cierre sobre el interruptor 13A.

Los Grupos atenderán el servicio de emergencia hasta el retorno estable de tensión en red, trabajando normalmente con semibarras de 3kV unidas, realizando siguiente secuencia:

- _ Arranque y búsqueda de condiciones de sincronización automática de los grupos.
- _ Con un grupo o más acoplados, orden de suministro a barras de 3 kV mediante el cierre de los interruptores asociados, previa confirmación de apertura de los interruptores de red.
- _ Control automático de funcionamiento de los grupos, según la demanda de consumo y la selección de prioridad, con reparto de carga y control de protecciones.
- _ Al retorno estable de red, los grupos inician su proceso de desconexión y parada automática, transfiriendo la carga a Red.

Durante todas las maniobras de transferencia, el sistema garantiza los enclavamientos entre interruptores para evitar falsos acoplamientos entre fuentes de energía.

Estos grupos están equipados para atender el servicio automático de emergencia por fallo de red, y también el funcionamiento en paralelo entre grupos y con la red para cubrir puntas de carga, con una transferencia red – grupo sin cero. La conexión en paralelo, además de la autorización de la compañía suministradora, requiere de un proceso de sincronización y de la utilización de interruptores de capacidad de cortocircuito suficiente para despejar una avería durante el tiempo que los sistemas están en paralelo.

Igualmente, desde el embarrado de 3 kV de la Central Eléctrica se alimentan, a través de dos transformadores de 3/0,4 kV, los Cuadros Generales de Baja Tensión para los servicios propios de la Central Eléctrica.

El sistema de continuidad del aeropuerto está resuelto mediante dos grupos de continuidad de 400 kVA que generan en baja tensión (400V). También del embarrado de 3 kV se alimenta, a través de otros dos transformadores de 3/0,42 kV a las cargas críticas y los grupos de continuidad.

3.1.2. CONFIGURACIÓN ACTUAL ANILLOS EXTERIORES.

Como se ha explicado antes, los centros de transformación repartidos por el Aeropuerto son alimentados mediante cuatro anillos abiertos, aunque existen algunos dispuestos con alimentación en punta. En el siguiente esquema se observa la disposición de la alimentación a los centros de transformación existentes, tanto desde el embarrado de 15 kV (20 kV) como del embarrado de 3 kV:

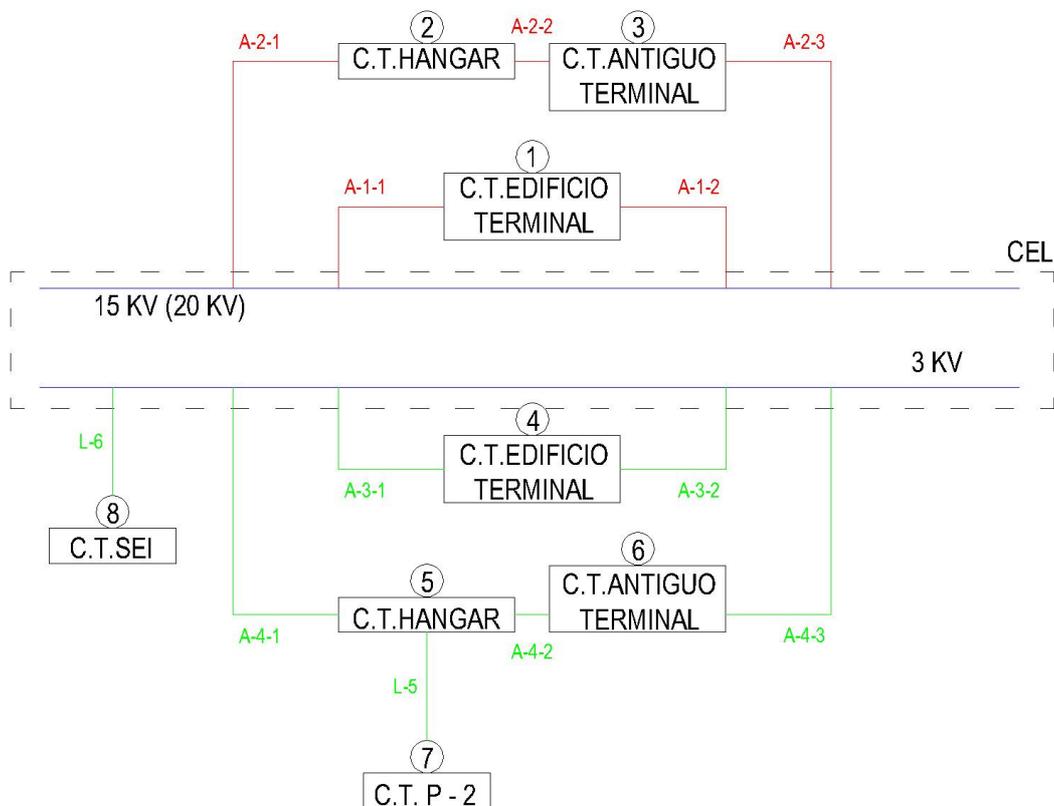


Figura II. Esquema de configuración de los anillos actuales.

Donde A-1-1: Cable del Anillo 1 Tramo n^o 1
 (1) : Centro de Transformación n^o 1
 L-5: Línea de centro en punta

Se describe a continuación la configuración de dichos anillos y centros de transformación.

ANILLO 1:

Pertenece a la actual red de 15kV y da servicio al CT-Edificio Terminal. Este anillo se conecta a la Barra A por la cabina 10A, por galería, y a la Barra B a través de de la cabina 16A, por banco de tubos.

El esquema unifilar de este Centro de Transformación es:

C.T. EDIFICIO TERMINAL

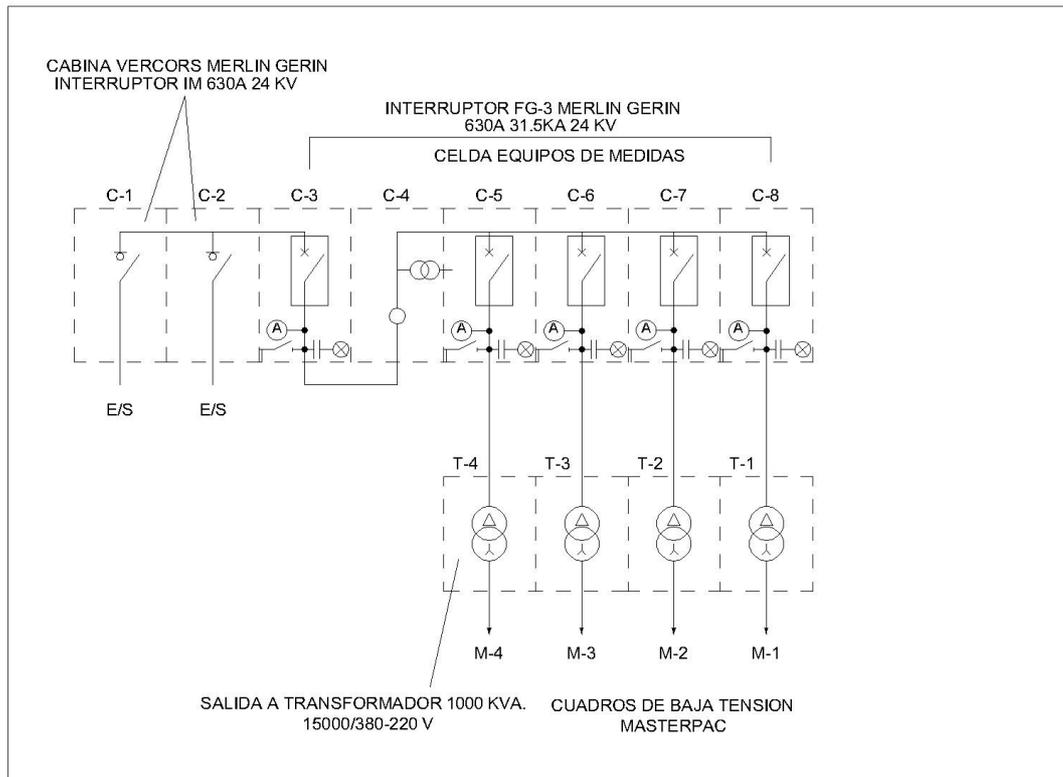


Figura III. Esquema unifilar CT Edificio Terminal 15 kV. Estado actual.

ANILLO 2:

También dentro de la red de 15kV, da servicio a CT-Antiguo Terminal y CT-Hangar. El anillo se conecta a la Barra A de la Central Eléctrica por la cabina 11A, mediante banco de tubos unido al CT-Hangar; y a la Barra B por la cabina 15A, por galería unida al CT-Antiguo Terminal.

Los Centros de Transformación que alimentan presentan el siguiente esquema unifilar:

C.T. ANTIGUO TERMINAL 15 KV.

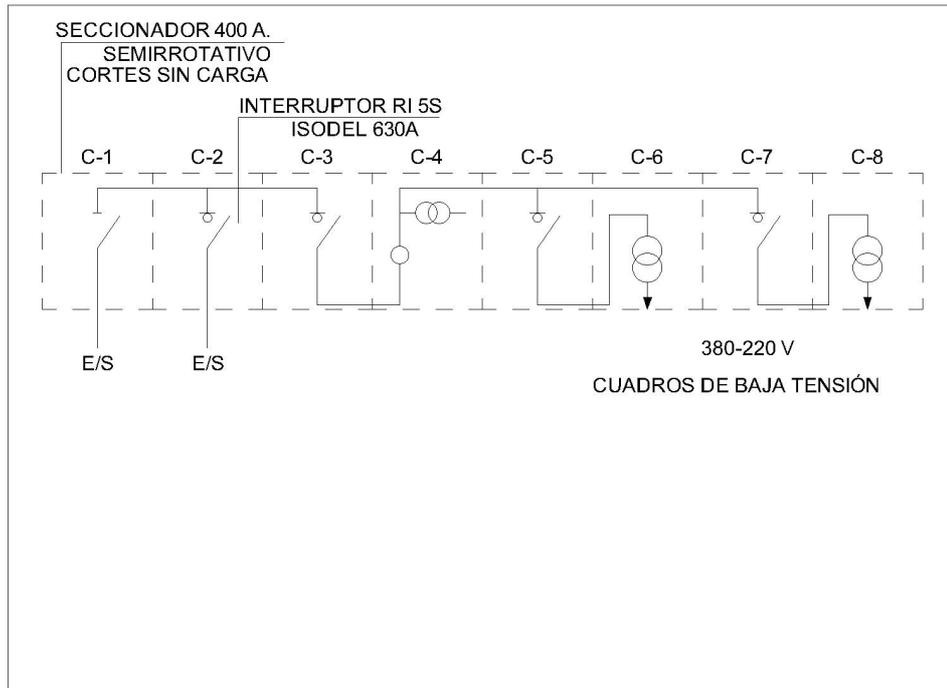


Figura IV. Esquema unifilar CT Antigo Terminal 15 kV. Estado actual.

C.T. HANGAR-CARGO CAMPO 15 KV.

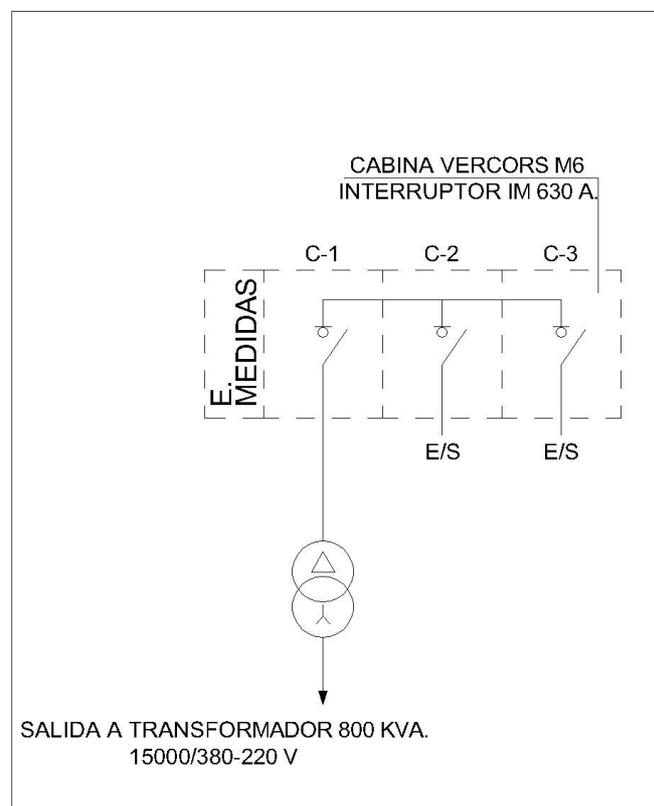


Figura V. Esquema unifilar CT Hangar 15 kV. Estado actual.

ANILLO 3:

Es un anillo de distribución a 3 kV, que da servicio al CT-Edificio Terminal. Parte de la Barra A de 3kV a través de la cabina 11M, por galería, mientras que la salida de la Barra B se hace por la cabina 24M, por banco de tubos.

El esquema unifilar correspondiente de este Centro es el siguiente:

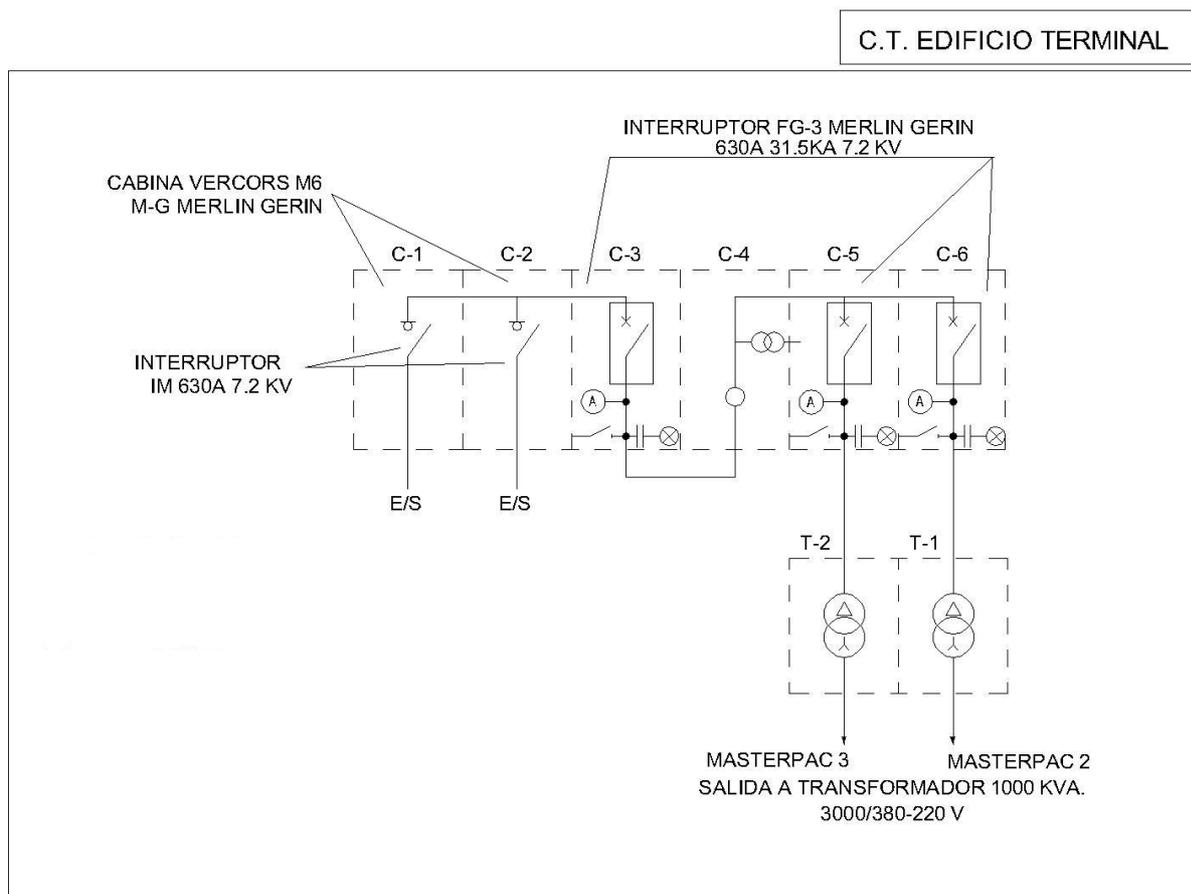


Figura VI. Esquema unifilar CT Edificio Terminal 3 kV. Estado actual.

ANILLO 4:

Pertenece también al suministro en 3kV, dando servicio al CT-Hangar, CT-Antigua Terminal y CT-Caseta aparcamiento P2. El origen del anillo en la Barra A es en la celda 13M, a través de banco de tubos unido al CT-Hangar; y en la Barra B, en la

cabina 22M, mediante galería conectada al CT-Antigua Terminal. El CT- Caseta de aparcamiento P2 se alimenta directamente a partir de una cabina desde el CT-Hangar.

La configuración esquemática de estos Centros de Transformación se muestra a continuación:

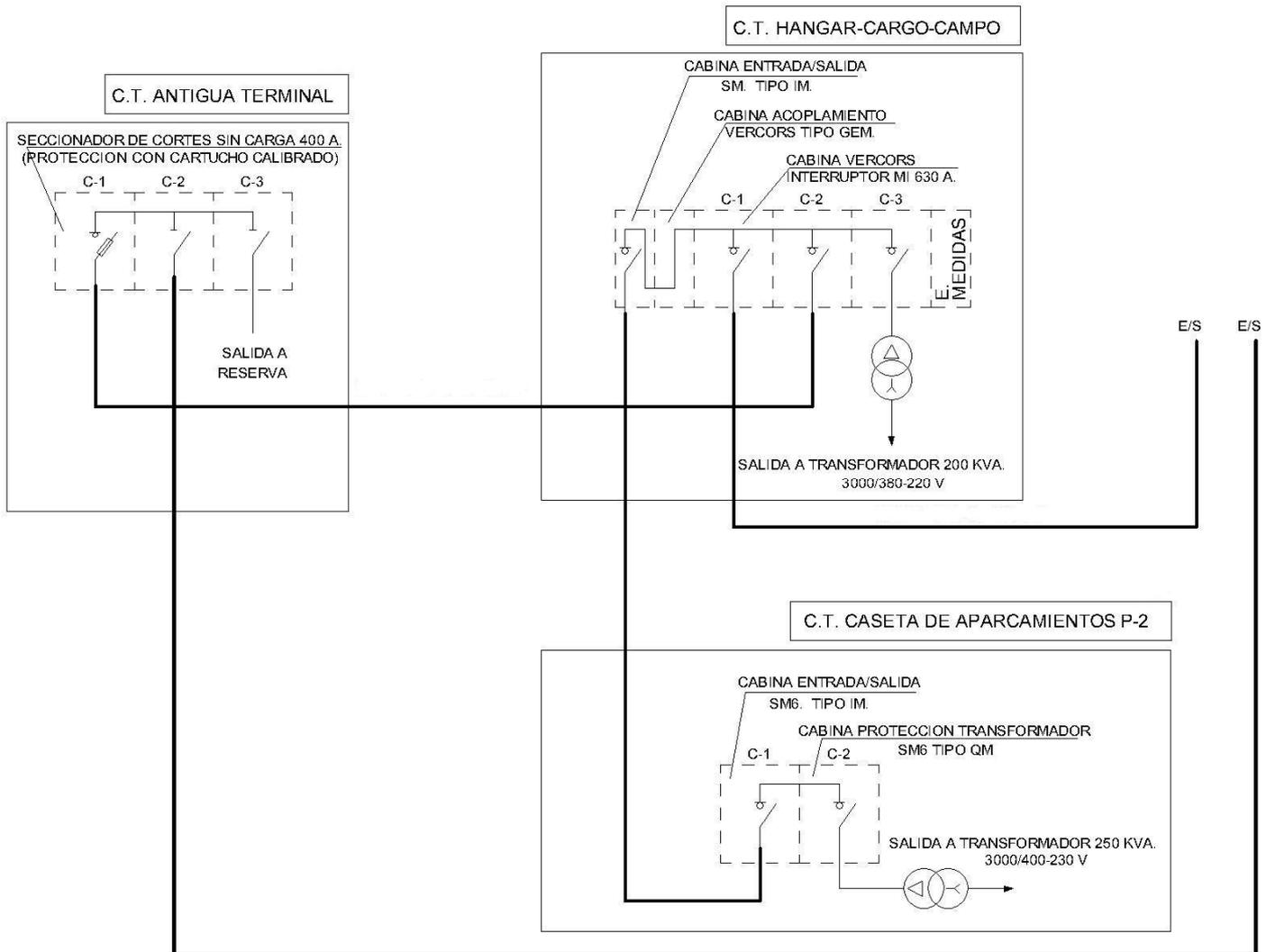


Figura VII. Esquema unifilar Anillo 4 a 3 kV. Estado actual.

CT SEI:

Este Centro de Transformación pertenece también al suministro en 3kV, alimentándose en punta desde dicho embarrado. La línea parte de la galería de la Central y discurre por la misma, finalizando en un tramo de banco de tubos hasta el centro.

El esquema unifilar de este Centro de Transformación se muestra a continuación:

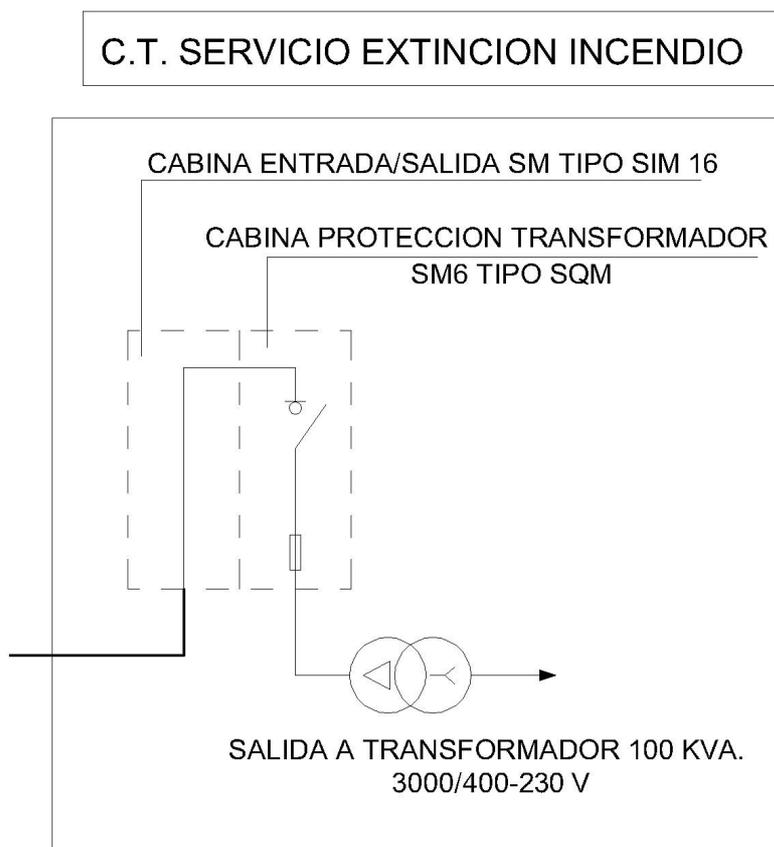
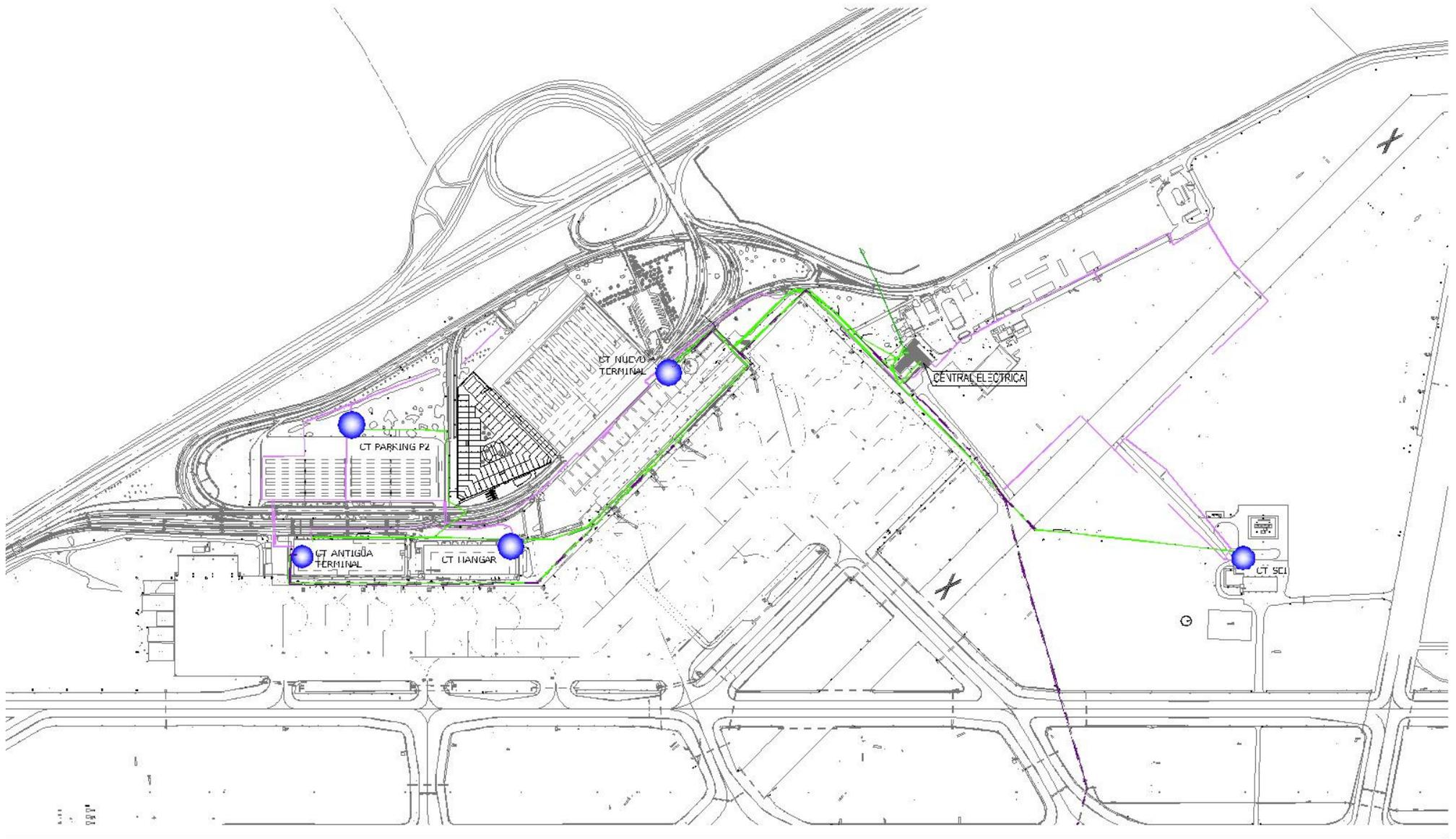


Figura VIII. Esquema unifilar CT SEI 3 kV. Estado actual.

3.1.3. UBICACIÓN FÍSICA DE CENTRAL ELÉCTRICA Y CENTROS DE TRANSFORMACIÓN. CANALIZACIONES.

A continuación se muestra la ubicación de los distintos elementos que forman parte del sistema de distribución eléctrica dentro del Aeropuerto: la actual Central Eléctrica, los Centros de Transformación, y el trazado del cableado que los une, tanto por banco de tubos como por galería, configurando los anillos descritos anteriormente.



-  Banco de Tubos
-  Galería
-  Anillo de Media Tensión
-  Líneas de Acometidas
-  Ubicación CT's

En el esquema siguiente se resumen las canalizaciones por las que discurre el cableado de los anillos de Media Tensión, así como el que acomete a los centros que se alimentan en punta.

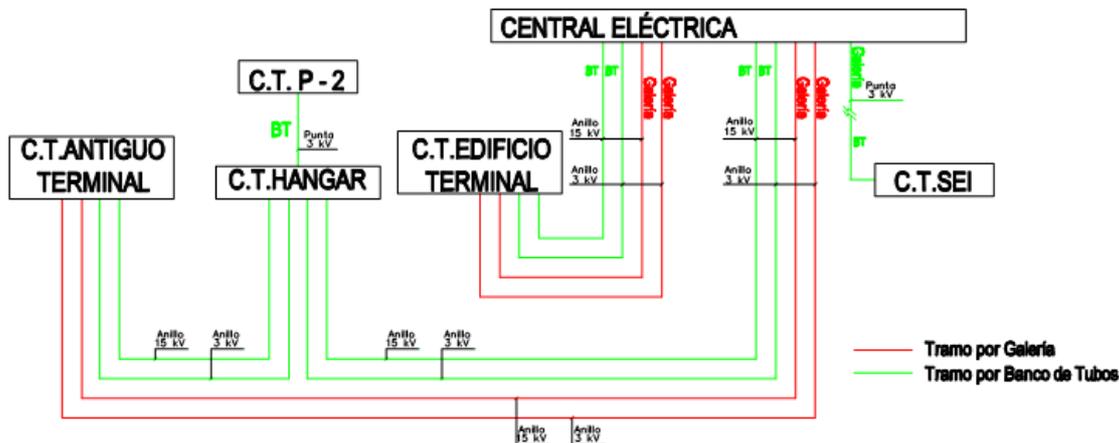


Figura IX. Canalizaciones cableado MT. Estado actual.

3.1.4. CENTRAL ELÉCTRICA.

3.1.4.1. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN.

La Central Eléctrica del Aeropuerto de Sevilla se encuentra ubicada en un edificio de unos 1415 metros cuadrados, sito a unos 10 metros al este de la plataforma de estacionamiento de aeronaves y a unos 250 metros al este del Edificio Terminal de Pasajeros. El edificio fue remodelado en el año 1990.

El edificio consta de una planta baja y un sótano. La planta baja, principal, está dedicada al equipamiento eléctrico de la Central, además de a oficinas; mientras que el sótano se utiliza para el tendido del cableado de conexión de los distintos equipos y de comunicación con la galería transitable.

La planta principal ofrece una configuración en la que se distinguen tres zonas:

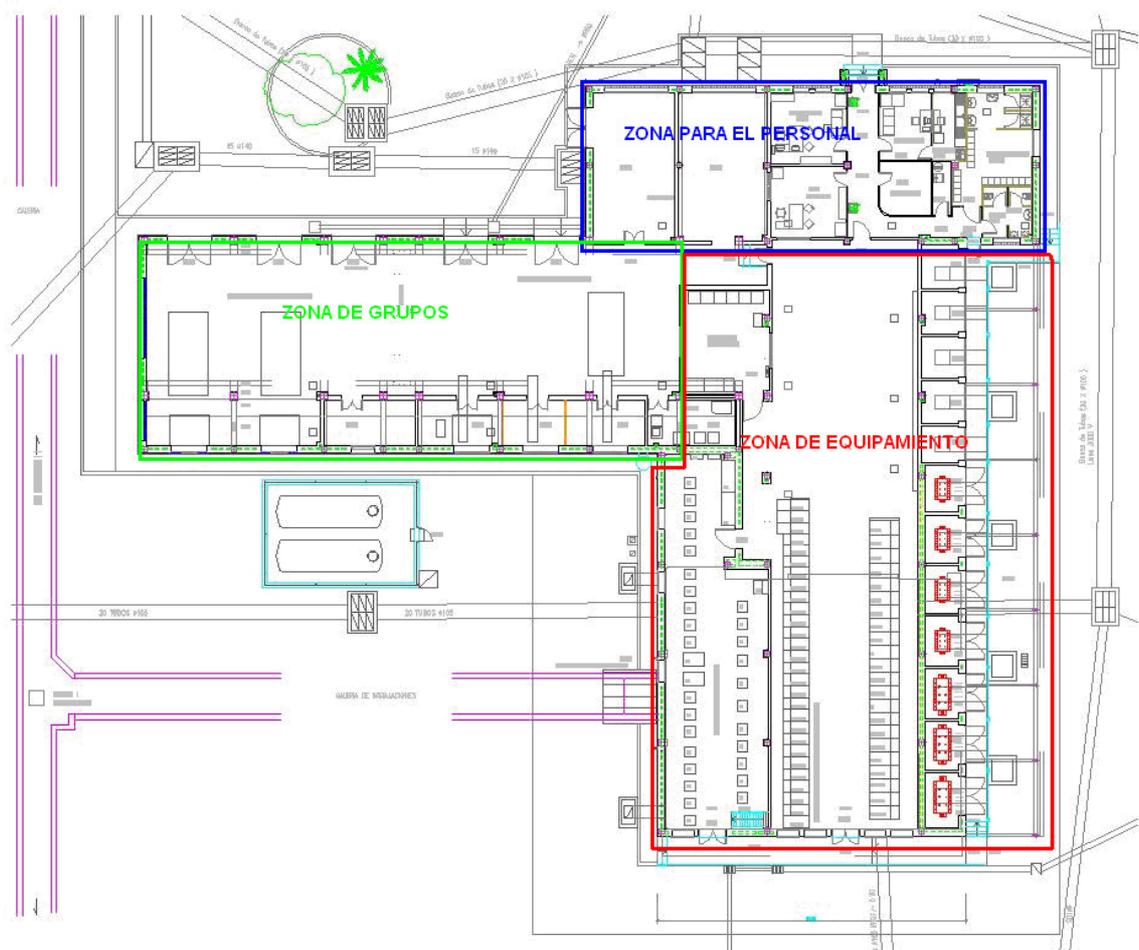


Figura X. Planta de la Central Eléctrica actual.

_ Zona para el personal: la Central dispone de una zona destinada al personal donde se encuentran las siguientes dependencias: un taller, sala de cuadros, dos despachos, una sala de relax, un almacén, cocina, vestuario y un aseo.

_ Zona de grupos: sala de grupos de continuidad y sala de grupos electrógenos. La sala de grupos de emergencia está separada de la sala de grupos de continuidad por medio de un tabique de pladur que incorpora una puerta contra-incendios con ojo de buey.

_ Zona de equipamiento: que consta de sala de reguladores, sala de cabina de AT y cuadros de BT, sala USI, sala de control y zona de transformadores.

La sala de cabinas está dividida a su vez en una zona de cabinas de alta tensión y una zona con los cuadros de baja tensión de la Central. También dentro de la misma sala está ubicado el cuadro de reguladores. Por otra parte, la sala de cuadros, situada en la zona para el personal, actualmente está unida a la sala de control de la central.

En dicha sala de cuadros están ubicados los nuevos cuadros de control de grupos de reciente instalación, así como los cuadros de control de los grupos de continuidad, también de reciente instalación, junto con los módulos destinados a las reactancias de choque para los mismos.

Aledaña a la sala de cabinas se encuentra la sala de reguladores, que tiene acceso directo al sótano de la central eléctrica y, por tanto, a la galería de instalaciones. Cercano a la sala de control se encuentra la sala de USI, que dispone de varias fuentes de continua.

La Central dispone en su parte trasera de doce cubículos para albergar los transformadores.

3.1.4.2. EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO.

A continuación se detallan las características del principal equipamiento eléctrico de la Central Eléctrica.

- **Sala de Cabinas de Alta Tensión**

En la sala de cabinas se alojan las cabinas de Alta Tensión, unas 50 cabinas, para dar servicio a los anillos de 15 y 3 kV:

_ Zona dedicada a la llegada de compañía y a la distribución a 15 kV, que consta de 22 cabinas con las siguientes características:

Marca: *Merlin Gerin*, Modelo: *Fluarc*, Tensión de aislamiento $U=24$ kV, $ISC=25$ kA/ 1s, $I_n= 630$ A, $M=250$ kg.

Cuenta con dos acometidas de compañía, que llegan de la misma subestación: la cabina 1A (prioritaria) y la 2A (secundaria). Aparte de a los anillos y a los transformadores reductores de 15/3 kV, desde estas cabinas se alimentan directamente en punta:

Celda 9A: Depuradora Edar 250 kVA

Celda 18A: Reserva

_ Zona dedicada a la distribución a 3 KV, a la que se conecta la alimentación de emergencia, que consta de 28 cabinas con las siguientes características:

Marca: *Merlin Gerin*, Modelo: *Fluarc*, Tensión de aislamiento $U=7,2$ kV, $ISC=29$ kA/ 1s, $I_n=630$ A, $M=140$ kg.

Desde estas cabinas, además de dar servicio a los anillos a 3 kV, se alimenta en punta a las siguientes cargas:

- Celda 6M: Reserva 315 kVA
- Celda 7M: Balizamiento
- Celda 8M: S.E.I. 100 kVA
- Celda 10M: Edificio Contra Incendios 50 kVA
- Celda 12M: ILS/SP 25 kVA
- Celda 25M: Nuevo Radar 80 kVA
- Celda 27M: Reserva 50 kVA
- Celda 29M: Reserva 315 kVA

Todas las cabinas de Alta Tensión, tanto de 15 KV como de 3 K, disponen de relés de protección electrónico tipo SEPAM de *Schneider* (configuración que se ejecutó en el año 2.008). Toda la información en forma de medidas provenientes de los SEPAM se integra en el nuevo sistema de gestión y control del sistema del aeropuerto con lo que la coordinación entre los distintos servicios se hace de forma fiable.

- **Sala De Baja Tensión**

Dentro de la sala de cabinas de la central también se encuentra la zona para Baja Tensión, donde se alojan los cuadros de Baja Tensión para dar servicio a los usos propios de la central. Además dentro de la misma sala está ubicado el cuadro de los reguladores de corriente constante para el balizamiento.

- **Sala De Reguladores**

La sala de Reguladores para el balizamiento está situada junto a la de cabinas de Alta en su lateral este y dispone de conexión directa hacia el exterior del edificio en la cara oeste. Esta zona está equipada con los reguladores para el balizamiento del

Aeropuerto. La temperatura suele ser elevada por la disipación térmica de los equipos instalados. El suministro de energía a los citados reguladores debe quedar garantizado en todo momento, ya que dicho servicio está dentro de los considerados como cargas críticas.

- **Sala De Transformadores**

En esta área se disponen de los siete transformadores siguientes:

_ 3 Transformadores (T-1, T-2 y T-3) de 1.250 kVA, de 15-20/3 kV, conexión Dyn11, Ucc: 6%, que son los encargados de bajar la tensión actual de compañía para la distribución 3 kV.

_ 2 Transformadores (T-4 y T-5) de 630 kVA, de 3/0,42 kV, conexión Dyn11, que se destinan a la instalación de balizamiento.

_ 2 Transformadores (T-6 y T-7) de 315 kVA, 3/0,4 kV, conexión Dyn1, Ucc: 4%, que se destinan a los servicios propios de la central y al resto de cargas que cuelgan del CGBT.

Existen, aparte, cinco cubículos de reserva para la incorporación de futuras máquinas transformadoras.

- **Sala de Grupos**

Grupos Electrónicos

El suministro de emergencia queda respaldado por tres grupos electrógenos de 2250 kVA cada uno, de *Caterpillar*, instalados en el año 2.008, con sus correspondientes cuadros de control de grupos, red y común.

Los grupos están constituidos por un motor térmico y un alternador, además del sistema de arranque y el sistema de control. El motor es de tipo diesel y el alternador es trifásico, autorregulado electrónicamente, sin escobillas, autoexcitado. La tensión de generación es 3 kV, a 50 Hz.

Tanto los grupos electrógenos como los de continuidad se encuentran en la sala de grupos, y son alimentados por dos depósitos de combustible situados en el exterior de la Central Eléctrica.

Grupos De Continuidad

El equipo de continuidad es el encargado de mantener los niveles de tensión necesarios para el sistema de balizamiento del Aeropuerto, cuya alimentación no puede verse afectada bajo ninguna causa. Para garantizar la continuidad de la energización de los reguladores existen dos grupos diesel de continuidad de rápida actuación, de potencia 400 kVA cada uno de ellos, dotados de reactancias de choque para la mitigación de armónicos.

Se profundiza más acerca del suministro de energía de continuidad cuando se pase a describir la adecuación a Categoría II/III, pues se afecta directamente a las cargas que requieren de dicha alimentación.

3.1.4.3. OTRAS INSTALACIONES DE LA CENTRAL.

La central eléctrica en la sala de cabinas dispone de climatización y extracción. La extracción se lleva a cabo a través de dos extractores situados encima de la puerta trasera de salida de sala de cabinas.

En la sala de control se encuentran dos equipos de climatización tipo Split con dos UE en la cubierta de la central cuyas potencias no aparecen en la placa de características de las máquinas. En la sala de cuadros hay actualmente dos equipos tipo Split con las UE en cubierta de la central y potencia por unidad de 5800 W.

En la sala de control se encuentra la consola de control del sistema eléctrico del aeropuerto, adonde llega la información de todo el sistema de control y desde donde se pueden controlar las cabinas de Alta Tensión de la central y, por tanto, los grupos de emergencia, así como en un futuro se podrán controlar las cabinas instaladas en los Centros de Transformación. De momento sólo se pueden ver algunos de los estados de los interruptores principales del CT-Edificio Terminal. Los distintos centros han sido dotados recientemente de sistemas anti-intrusión como cámaras, detectores volumétricos y contactos magnéticos de puertas. Todos los Centros de Transformación

se han cosido mediante un anillo de fibra óptica en el que se integran todos los elementos citados, de modo que los mismos se pueden vigilar en remoto desde la Central.

Dentro de la Central Eléctrica, en sus diferentes salas existen varios sistemas de detección y extinción de incendios.

3.1.5. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.

3.1.5.1. CT Edificio Terminal

El CT de la nueva Terminal es el más reciente de todos, pues se crea al mismo tiempo que la nueva Terminal del aeropuerto, es decir sobre el año 1992. Este Centro de Transformación se compone de una sala de Alta Tensión y una sala de Baja Tensión diferenciadas y separadas físicamente por tabiquería de ladrillo.

Actualmente hay 6 transformadores operativos y uno de reserva. Consta de 4 transformadores de aceite de 15/0,4 KV de 1000 KVA y de 2 transformadores de aceite de 3/0,4 KV de 1000 KVA. Los transformadores tienen año de fabricación 1989-90. Cada uno de los transformadores está protegido por las cabinas de Alta Tensión correspondientes, y la salida de los mismos va unida a los interruptores de Baja Tensión ("Masterpac") de los cuadros generales de Baja Tensión, mediante blindobarras o electrocanal, que atraviesa el tabique separador de ambas salas.

Los transformadores disponen de un sistema de ventilación forzada, disponiendo cada transformador de su correspondiente ventilador-extractor.

El aporte de aire exterior al Centro de Transformación se hace a través de la sala de Baja Tensión mediante unas rejillas de material plástico en la parte superior e inferior de dicha sala y un aporte extra de aire mediante una boca de impulsión de aire de chapa galvanizada. Este aire pasa por depresión a través de la sala de Baja Tensión hacia la sala de Alta Tensión a través de unas rejillas situadas en la cara opuesta al tabique anterior, en la parte superior e inferior. Se produce depresión en esta sala debido a la instalación de varios extractores en la sala de Alta Tensión, que dan a la zona de salida túnel de proveedores. Los extractores están colocados justo encima de cada uno de los transformadores, que se encuentran en esta sala.

Los tabiques separadores de ambas salas están dotados de rejillas de material plástico que, en caso de incendio, con altas temperaturas, se funden y se ciegan de modo que el fuego queda aislado y por tanto se produce la sectorización de incendio entre ambas salas.

Las salas están dotadas de sistema de detección y extinción con gas FM-200. También se dispone de un sistema de protección anti-intrusismo, el cual ha sido instalado mediante la ejecución del expediente de sustitución de grupos electrógenos de la Central Eléctrica.

CT Edificio Terminal. Sala de Alta Tensión

Esta sala se divide en dos partes: una para el servicio normal (15 KV) y otra para el servicio permanente (3 KV).

- **Terminal Nuevo (15 kV):**

Cuenta con 5 cabinas, de las siguientes características: Marca: *Merlin Gerin*, Modelo: *Fluarc*, Tensión de aislamiento $U=24$ kV, $U_w=125$ kV, $ISC=31,5$ kA/ 1s, $I_n= 630$ A.

Dichas cabinas cuentan con relés de protección tipo SEPAM.

También se tienen dos interruptores correspondientes a las dos líneas de la CEL: Modelo *Vercors M6*, $I_n=630$ A, $U_n=24$ kV.

Esta parte del Centro de Transformación cuenta con 4 transformadores 15/0,4 kV, Marca *Alkargo*, de 1000 KVA, conexión Dyn11, $U_{cc}=6\%$, del año 1991.

- **Terminal Nuevo (3 kV):**

Cuenta con 3 cabinas (emergencia), de las siguientes características: Marca: *Merlin Gerin*, Modelo: *Fluarc*, Tensión de aislamiento $U=7,2$ kV, $U_w=60$ kV, $ISC=29$ KA/ 1s, $I_n= 630$ A.

Dichas cabinas cuentan con relés de protección tipo SEPAM.

También se tienen dos interruptores correspondientes a las dos líneas de la CEL: Modelo *Vercors M6*, $I_n=630$ A, $U_n=7,2$ kV.

Esta parte del Centro de Transformación cuenta con 2 transformadores 3/0,4 kV, Marca *Alkargo*, de 1000 kVA, conexión Dyn11, $U_{cc}=6\%$, del año 1991.

Todos los transformadores de esta sala tienen salidas en paralelo y están enclavados mecánicamente con los interruptores *Masterpac*, que se encuentran en la Sala de Baja Tensión.

En la sala de Alta Tensión existe también un cuadro de CC dotado de baterías, que alimenta los motores de apertura y cierre de cabinas a través de otro cuadro secundario de salidas con las protecciones para cada una de las cabinas. En esta sala existe una boca de aporte de aire exterior que proviene del hall de pasillo del edificio termofrigorífico dentro del propio sótano de la Nueva Terminal.

CT Edificio Terminal. Sala de Baja Tensión

En la sala de Baja Tensión se encuentran los Cuadros Generales de Baja Tensión de servicio normal y permanente. Las salidas de estos cuadros se detallan a continuación.

El **Cuadro General de Distribución en Servicio Normal** (15 kV) cuenta con 4 interruptores, uno por transformador de 15 kV que hay en la sala de alta, de las características: Marca *Merlin Gerin*, Modelo *Masterpact*, $I_n =1600$ A.

Este cuadro cuenta con las siguientes salidas:

- | | | |
|--------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| _ Central frigorífica | _ Aldeasa | _ CR-N-S2 (E. cabeza) |
| _ Free flor | _ Escalera pública Control 0 | |
| _ Int. Grupos frigoríficos 1 2 | _ CR-N-S1 (T. Terminal) | |
| _ Reserva | _ Bar de tapas | _ Edificio Handling Alumbrado |
| _ Reserva | _ Aparcamiento | _ Hostelería Edificio Cabeza |
| _ Oficinas 2.90 | _ Manto de fingers | _ Urbanización (2) |
| _ Cuadro C.-G.-1 Cota 6.00 | _ Oficinas Capilla | _ Cafetería |
| _ Escalera automática sala B | _ Fingers | _ Edificio Handling Fuerza |
| _ Parking nave cubierta | | |

El **Cuadro General de Distribución en Servicio Permanente** (3 kV) cuenta con 2 interruptores, uno por transformador de 3 kV que hay en la sala de alta, de las características: Marca *Merlin Gerin*, Modelo *Masterpact*, $I_n = 1600$ A.

Este cuadro cuenta con las siguientes salidas:

- | | |
|---|----------------------------|
| _ CR-P-S1 (E. Terminal) | _ Alumbrado fingers |
| _ Torres Mega 5-6-7-8-9 (torres plataforma) | _ CR-P-S2 (E. Cabeza) |
| _ Ascensores | _ Aparcamiento |
| _ CFM-1 Aire acondicionado | _ Cintas |
| _ Central frigorífica | _ CFM-2 Aire acondicionado |
| _ CFM-3 Aire acondicionado | _ Cintas |
| _ Torres gemelas | _ Reserva (7) |
| _ Grupo presión agua nebulizada | |

Aparte de estos cuadros, hay instalada una batería de condensadores para la reducción del factor de potencia de los consumidores de Baja Tensión, un cuadro destinado a la fuerza de la instalación del Edificio Termofrigorífico, que no cuelga en la actualidad de emergencia o permanente. En cambio, el control del Edificio Termofrigorífico sí cuelga del cuadro de emergencia, de forma que ante un corte en el suministro, el sistema sigue alimentado, con lo que no se pierde la configuración de relojes, temporizadores, etc.

Actualmente se dispone de un cuadro de SAI colgado de ambos cuadros generales de BT, de modo que ante un corte en la alimentación, este cuadro conmuta de red normal a red permanente.

3.1.5.2. CT Hangar

Este Centro de Transformación recibe alimentación de los anillos de 3 y 15 kV. Está compuesto de dos zonas, una de ellas a la izquierda que se destina a las cabinas de Alta Tensión de 3 kV y una zona a la derecha con cabinas de 15 kV. Cada uno de los embarrados de estas cabinas se alimenta de su correspondiente transformador, siendo la potencia y el número de los transformadores el siguiente:

Anillo de 3 kV: 1 Transformador de 3/0,4 kV y potencia 250 kVA

Anillo de 15 kV: 1 Transformador de 15/0,4 kV y potencia 800 kVA

Los dos transformadores son de aceite de llenado integral.

El Centro cuenta con 6 cabinas de alta tensión, tres a 15 kV y las otras tres a 3 kV, todas con las siguientes características:

Marca: *Merlin Gerin*, Modelo: *Vercors M6*, Tensión de aislamiento $U_n=24$ kV, $I_n=400$ A, $I_{th}=16$ KA, I_{ma} (cierre)=40 KA.

En la zona de cabinas de 3 kV, existe una cabina más actual que las anteriores y que se corresponde a la cabina que protege el transformador colocado en el CT del nuevo parking P2 de relativa reciente construcción. Se trata de una cabina SM6 de *Schneider Electric*. Esta cabina se alimenta directamente del embarrado de 3 KV, del anillo proveniente tanto de Central Eléctrica como de Antigua Terminal.

El Centro Hangar dispone de dos (2) Cuadros de baja tensión los cuales se describen a continuación:

El **Cuadro General de Servicio Normal** cuenta con las siguientes salidas:

_ C. reparto Zona-0 _ PAN AIR _ Alumbrado exterior
_ C-N-1.1 (Planta Baja) _ Aire acondicionado
_ C-N-1.3 _ E.A.T. _ C-N-1.2 (Zona Talleres Foso)
_ Interruptor general _ C-N-2.1 _ Al. Zona Talleres Foso
_ C.A.S.A.

El **Cuadro General de Servicio Permanente** cuenta con las siguientes salidas:

_ Reserva _ C-P-2.1 (Planta Piso (ordenadores))
_ Interruptor general _ C. reparto Zona-0 _ D.H.L.

Este CT también incluye sistema de detección de incendios mediante detectores ópticos de humos y sistema de extinción de tipo sofocación por medio de gas FM 200, con centralita de aspiración y boquillas de extinción dirigidas a cada uno de los

transformadores. La puerta de entrada al centro dispone de rejillas inferiores y superiores con un extractor situado en una de las puertas en su parte inferior.

Cada uno de los transformadores dispone de batería de condensadores propia, aunque en la actualidad tan solo está en operación el banco de condensadores del transformador de 3 kV. Aparte de estos bancos de condensadores, existen otros dos de mayor tamaño destinados a consumidores de Baja Tensión.

Este Centro de Transformación se ha dotado recientemente de entrada, salida y bypass mediante banco de tubos tanto para MT como para BT+comunicaciones. Está igualmente equipado con sistema anti-intrusión integrado en el sistema de gestión y control del sistema eléctrico.

3.1.5.3. CT Antigua Terminal

Este CT es el más antiguo de los existentes en el aeropuerto de Sevilla.

A este CT llegan los anillos de 15 KV que entran y salen del mismo, dando la siguiente configuración de transformadores:

2 Transformadores de 15kV/0,4 kV y potencia 500 kVa, marca FECHA.

Ambos son de aceite con depósito de expansión y las protecciones se llevan a cabo mediante aisladores de palanca antiguos y protegidos mediante reja protectora.

Para poder integrar este CT dentro del sistema de control y gestión del aeropuerto, se le dota al igual que al resto de Centros de SAD con vistas a poder controlar los mecanismos nuevos que se coloquen.

Existen una serie de cuadros de Baja Tensión, los cuales alimentan a las siguientes cargas:

_ Servicios Comunes:	_ Ordenadores	_ Planta Alta Bloque Técnico
_ Grupo de presión	_ Aldo. Salidas y llegadas internacionales	
_ Autoridades y hall dirección	_ Reserva	
_ Fm. Salidas internacionales y pasillo facturación	_ Centralización N-2	
_ Centralización N-1	_ Aire acondicionado Terminal	

- _ Servicios Esenciales: _ Torres Mega 12-13 _ Torres Mega 14-15
- _ Torres Mega 16-17 _ Publicidad _ Alumbrado eventos
- _ Guardia civil y equipos radar torre _ Fm. Y Aldo. Sótano
- _ Despacho jefe tráfico _ Hall Dirección planta alta
- _ Reserva (2) _ Hangares

Este centro está integrado también en un anillo a 3 kV. Sin embargo; no dispone de alimentación a 3 kV (no hay ningún transformador de 3 kV), esta línea actualmente es sólo de paso.

3.1.5.4. CT SEI

Este CT está ubicado junto al edificio de bomberos y comparte edificación con una sala de bombas anexa, separada del Centro de Transformación por tabique de ladrillo hueco. El acceso al Centro es exclusivo para él y no comparte ni puerta ni trasiego con la sala de bombas anexa.

Se trata de un CT de pequeñas dimensiones que da servicio al actual edificio de bomberos. Alberga en su interior la cabina de llegada a 3 kV proveniente de la cabina de la Central Eléctrica desde donde se alimenta en punta, y la cabina de protección del transformador (con un interruptor combinado con fusible); ambas con las siguientes características:

Marca: *Merlin Gerin*, Modelo: SM6, Tensión de aislamiento $U_r=24$ kV, $I_k= 16$ kA/1s, $I_r=400$ A, año 2001.

El centro cuenta con un transformador de aceite de 3/0,4 kV, potencia de 100 KVA, marca *Cotradis*, con protección mediante reja separadora.

El Centro dispone también de diversos contadores de energía y analizadores de red, y los elementos de primeros auxilios de protección de personas. Recientemente se ha dotado de sistema anti-intrusión, al igual que todos los demás centros. De igual forma se dota a este CT de banco de tubos de entrada, salida y bypass.

3.1.5.5. CT Parking P2

Este Centro de Transformación está ubicado en el lado tierra, en el centro del parking P2 en un módulo prefabricado. Está alimentado en punta desde el CT hangar de carga. Sin embargo, la cabina en el CT Hangar no está alimentada desde los transformadores de este CT, sino que lo hace directamente desde el anillo Central Eléctrica-Antigua Terminal-Hangar. La canalización desde CT Hangar hasta CT parking P2 se hace mediante banco de tubos antiguo.

El Centro dispone de capacidad para albergar dos transformadores, aunque en la actualidad sólo dispone de un transformador de 250 kVA, marca *Cotradis*.

En el interior del Centro de Transformación se encuentra el CGBT y dos cabinas de tipo interruptor-seccionador, para la acometida y para el transformador.

Las características de las cabinas, cuya construcción es del año 1998 son: Marca: *Merlin Gerin*, tipo SM6, $U_n = 24$ kV, $I_{th} = 16$ kA, $U_w = 125$ kV, $I_n = 400$ A, $I_{ma} = 40$ kA.

El CT de parking P2 tiene asociadas las siguientes salidas en BT:

_Viales CM-3	_Cuadro de comunicaciones en el interior del CT
_Alumbrado P2 público	_Alumbrado P2 contratadas
_Edificio parking Taxis	_Bombas Fecales Jardín

El interior del Centro está dotado de sistema anti-intrusión, al igual que el resto de Centros de Transformación, es decir: cámara interior y exterior, detector de presencia y contacto magnético de puerta. En el exterior del Centro se encuentran una serie de cuadros de Baja Tensión colocados en la fachada, que dan servicio de forma separada a las distintas salidas expuestas anteriormente.

3.1.6. POTENCIA INSTALADA

Se realiza en esta sección un recuento de la potencia instalada actualmente en las instalaciones del sistema de distribución del Aeropuerto:

CT CENTRAL ELÉCTRICA

Transformación 15/3 kV.....	3 x 1250 kVA
Transformadores a servicios propios.....	2 x 315 kVA
Transformadores a cargas de continuidad.....	2 x 630 kVA

	5640 kVA
 Emergencia: Grupos electrógenos.....	 3 x 2250 kVA

	6750 kVA
 Continuidad.....	 2 x 400 kVA

ANILLO 1 “Servicio Normal”

CT Edificio Terminal.....	4 x 1000 kVA
---------------------------	--------------

ANILLO 2 “Servicio Normal”

CT Hangar.....	1 x 800 kVA
CT Antiguo Terminal.....	2 x 500 kVA

ANILLO 3 “Servicio Permanente”

CT Edificio Terminal.....	2 x 1000 kVA
---------------------------	--------------

ANILLO 4 “Servicio Permanente”

CT Hangar.....	1 x 200 kVA
CT P-2.....	1 x 250 kVA
CT Antiguo Terminal.....	0

CT SEI “Servicio Permanente”.....	1 x 100 kVA
--	--------------------

El Aeropuerto dispone en la actualidad de una potencia instalada de 21540 kVA, siendo la potencia de emergencia máxima de 6750 kVA, y la de servicio ininterrumpido para las cargas de continuidad de 800 kVA.

CAPITULO 3:

MODIFICACIONES EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN Y GENERACIÓN ELÉCTRICA

3.2 ESTADO PROYECTADO

3.2. ESTADO PROYECTADO

3.2.1. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

En esta sección se llevan a cabo una serie de modificaciones en la red de distribución y generación eléctrica del Aeropuerto de Sevilla.

Como se ha comentado, uno de los objetivos que se pretenden con este proyecto es la unificación de tensiones en el Aeropuerto de Sevilla. Otro de los objetivos fundamentales es una reorganización de las redes de distribución en Media Tensión en el interior del Aeropuerto. Estas modificaciones permitirán conseguir un sistema de energía eléctrica seguro y eficaz, capaz de suministrar la potencia necesaria a los centros de transformación del aeropuerto, justificándose de este modo la solución adoptada, la cual se pasa a describir a continuación.

A la hora de elaborar el proyecto se han tenido en cuenta las obras que se van a llevar o se están llevando a cabo en el recinto aeroportuario, entre ellas la construcción de un nuevo aparcamiento, que afecta directamente a la previsión de potencia. Este nuevo edificio de aparcamiento, en adelante Nuevo Parking, se sitúa frente al edificio terminal antiguo, donde actualmente se ubica la bolsa de taxis. Se soluciona el suministro eléctrico a este nuevo aparcamiento planeando un nuevo centro de transformación, que será incluido en la red de distribución de anillos de Media Tensión, como se verá más adelante.

En la actualidad, en el interior del recinto aeroportuario se encuentra ubicada la factoría que posee la empresa EADS CASA, en régimen de concesión, situada al Este de la antigua pista cruzada 02-20 y ocupando una superficie aproximada de 19,4 Ha. Se proyecta incluir dichas instalaciones en el régimen de distribución de energía eléctrica del propio aeropuerto, para lo cual se plantea la construcción de un nuevo centro de transformación, que se llamará en adelante CT EADS CASA.

Así, la remodelación se ha realizado contemplando, entre otras, las siguientes actuaciones:

_ El aumento de tensión de servicio interno del aeropuerto se ha resuelto con la sustitución / ampliación de todos los equipos de los centros de transformación que han

sido necesarios. Habrá que convertir las subestaciones que se acometen en 3 kV a 20 kV, siendo éstas: CT SEI, CT Antiguo Terminal, CT Hangar, CT Edificio Terminal y CT Parking 2.; aunque los transformadores actuales de 15 kV de tensión primaria también serán sustituidos por otros de 20 kV.

_ Proyección de dos nuevos centros de transformación (localización y equipamiento) para integrar en la configuración de anillos de Media Tensión del sistema eléctrico del Aeropuerto las siguientes áreas:

- _ Nuevo Parking
- _ Instalaciones de EADS-CASA

_ Realización de una nueva distribución de anillos más lógica, integrando tanto los nuevos Centros de Transformación como el CT SEI (alimentado actualmente en punta desde la Central) y el CT PARKING 2 (alimentado actualmente en punta desde el CT HANGAR). Definición de los nuevos anillos de distribución a 20 kV, con las correspondientes canalizaciones entre Centros de Transformación y Central Eléctrica, y entre Centros de Transformación.

_ Nueva ubicación y equipamiento de la Central Eléctrica. La eliminación del escalón de distribución en 3 kV conlleva:

- _ Retirar los transformadores de reducción/elevación del Edificio de la Central Eléctrica, convirtiendo la barra de 3 kV en 20 kV

- _ Colocar transformadores elevadores en los grupos de emergencia pasando de los 3 kV de generación a los 20 kV de distribución. Incluyendo la instalación de celdas de seccionamiento entre cada grupo y su transformador de bloque.

- _ Doble embarrado redundante de distribución a 20 kV, con separación física en áreas de fuego distintas.

_ Modificación eléctrica de la acometida de Compañía a la Central Eléctrica, sustituyéndola por doble barra de acometida con doble medida de forma que el aeropuerto posea dos acometidas "independientes".

_ Definición de las canalizaciones necesarias para coser los anillos proyectados, desde la nueva Central Eléctrica. En este sentido es de destacar que se proyecta un nuevo tramo de galería visitable desde la nueva Central, para conectarla con la galería existente.

_ Ajuste de la potencia de los transformadores a instalar a las potencias consumidas por cada centro teniendo en cuenta las posibles ampliaciones futuras.

_ Ajuste de toda la aparamenta eléctrica (cabinas de media tensión, transformadores de potencia, transformadores de generación, cableado de media tensión, etc.) y de las instalaciones proyectadas en general, a las especificaciones de la serie *Normalización de los Sistemas Eléctricos Aeroportuarios* de Aena.

3.2.2. ANÁLISIS DE DEMANDA DE POTENCIA

En la actualidad el aeropuerto de Sevilla tiene una potencia total instalada de 21540 kVA. La potencia de emergencia máxima es de 6750 kVA, aunque toda esta potencia se entrega al nivel de 3kV.

El consumo máximo del aeropuerto en el año anterior (año 2008) fue de 3432 kVA aproximadamente, por lo que las instalaciones actuales disponen de potencia de sobra para satisfacer las necesidades en cuanto a potencia se refiere, con un margen amplio para posibles ampliaciones. Sin embargo; es necesario un aumento de la tensión de distribución para poder distribuir dicha potencia.

Con la reforma propuesta en el presente proyecto la potencia total instalada será de 20210 kVA. La potencia de emergencia seguirá siendo de 6750 kVA, pero toda esta potencia se podrá entregar en el nivel de tensión de 20 kV.

Según las especificaciones de la NSE-1, para definir la potencia de diseño demandada por una instalación aeroportuaria se debe analizar la evolución de la demanda energética según el Plan Director vigente y se debe tomar como potencia de diseño para el aeropuerto la máxima prevista en dicho Plan Director. En ningún caso la potencia de diseño debe ser inferior al 150 % de la máxima demanda del aeropuerto en el último año anterior al diseño.

En el Plan Director del Aeropuerto vigente, se indican las siguientes necesidades de potencia en el aeropuerto:

PASAJEROS ANUALES	NECESIDADES ENERGÍA ELÉCTRICA (Mwh)
2.500.000	14.200
3.500.000	16.900
4.500.000	18.500

Tabla I. Estimación de energía eléctrica. Plan Director.

Según datos estadísticos de Aena, el tráfico de pasajeros en el Aeropuerto de Sevilla durante el año 2008 fue de 4.392.148, ascendiendo el consumo eléctrico anual a 17.342.149 kWh. Es decir, en el año anterior el consumo eléctrico del Aeropuerto se acercó al 94% del máximo previsto en el Plan Director. Como se ha comentado, la potencia instalada actual está muy por encima de dicho consumo, por lo que no será necesario sobredimensionar las instalaciones en cuanto a potencia instalada se refiere.

Se hace un estudio de la potencia media mensual consumida en las distintas subestaciones durante el año 2008, a partir de los datos de consumo total en el Aeropuerto y de los datos de consumo de los contadores instalados en los Centros de Transformación Edificio Terminal, Hangar y Antiguo Terminal. Estos cálculos se incluyen en el documento *Cálculos de potencia.xls*.

A partir de los resultados de estos cálculos, concretamente de los consumos punta en cada Centro de Transformación y su relación con la potencia instalada en los mismos, se hace un reajuste de la potencia a instalar dada la remodelación llevada a cabo en el presente proyecto.

En la siguiente gráfica se muestra la potencia mensual demandada por el Aeropuerto durante el año 2008. El consumo punta fue próximo a 3422 kW y tuvo lugar durante el mes de septiembre.

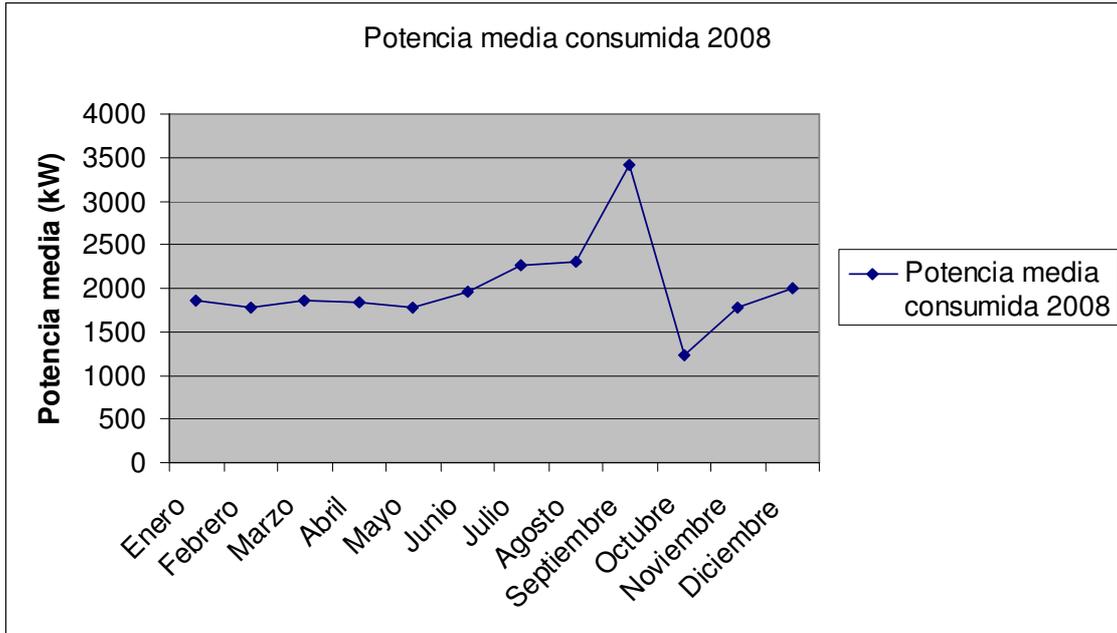


Figura XI. Potencia consumida en el Aeropuerto. Año 2008.

Los resultados de consumo de los centros Edificio Terminal, Hangar y Antiguo Terminal durante dicho mes punta se muestran a continuación:

	Total Energía activa kWh	Total Energía reactiva kVarh	P MEDIA (kW)	NUEVO TERMINAL kW	HANGAR Kw	ANT. TERMINAL Kw	RESTANTE kW
Septiembre	2463405	190955	3421,39583	2105,42803	138,119882	29,0967392	1148,75118

Tabla II. Potencia consumida mes punta: Septiembre de 2008.

A partir de dichos datos, se modifica la potencia instalada en los Centros de Transformación existentes, de la forma que se explica en los apartados siguientes, teniendo en cuenta que el consumo que se indica en la tabla superior como “restante” incluye los consumos del SEI, del P2 y de la Central Eléctrica.

En cuanto a los nuevos Centros de Transformación, se estima su potencia según el tipo y función de las instalaciones a las que van a alimentar, además de por el tamaño de las mismas.

3.2.3. REMODELACIÓN DE ANILLOS DE MEDIA TENSIÓN

Como se ha comentado con anterioridad, el estado proyectado del sistema de distribución eléctrica incluye una nueva distribución de anillos de acometida a las distintas subestaciones del aeropuerto.

Por un lado, esta remodelación es consecuencia directa de la unificación en el nivel de tensión, pues desaparecen los anillos de 3 kV (servicio permanente) y del hecho de integrar, como se ha comentado, dos nuevos centros de transformación, CT Nuevo Parking y CT EADS CASA. Por otro lado, sin embargo, también es necesaria esta reforma para que los centros alimentados actualmente en punta pasen a formar parte de un anillo, lo que aumenta la fiabilidad de la alimentación a los mismos.

Además, tal y como se expuso en el estado actual, al CT Antiguo Terminal llegan dos anillos, uno de 15 kV y otro de 3 kV, aunque únicamente se alimenta del anillo de 15 kV. Por tanto se proyecta eliminar el segundo anillo, pasando a formar parte este centro de un solo anillo de 20 kV. El CT Hangar es alimentado por los mismos anillos que el CT Antiguo Terminal, por lo que al eliminar este segundo anillo queda también alimentado por un único anillo de 20 kV, sustituyendo los dos transformadores existentes por otros cuya potencia se adapte mejor a la nueva configuración.

La red de distribución es común para las cargas normales y de emergencia. La alimentación a todos los centros de transformación con cargas de emergencia debe realizarse mediante al menos un anillo con sus extremos conectados a redundancias diferentes y trascurriendo por trazados distintos.

Se pretende con estas modificaciones aumentar la fiabilidad y seguridad del sistema de distribución ante posibles fallos, lo que justifica directamente el hecho de dotar a todos los centros de transformación de doble acometida, es decir, descartar la alimentación en punta de los mismos.

Así, desde la Central Eléctrica se dará alimentación a todos los Centros de Transformación del aeropuerto, a través de distintos anillos, alimentando cada extremo del anillo desde las barras A y B de 20 kV de la nueva Central Eléctrica. Ambas barras son redundantes, y el anillo se explota en abierto, es decir, sólo uno de los interruptores en las cabeceras del anillo estará cerrado, permaneciendo el otro abierto.

El camino de ida no es coincidente con el camino de vuelta del anillo, y de esta forma se evita que un percance en cualquier punto del recorrido suponga pérdida de alimentación de algún Centro de Transformación.

Así, se prevé la realización de 5 anillos de distribución de energía, de 20 kV, que alimentan a los siguientes centros de transformación:

Anillo1:

_ CT Edificio Terminal

Anillo2:

_ CT Edificio Terminal

Anillo3:

_ CT Hangar

_ CT Nuevo Parking

_ CT Parking 2

_ CT Antiguo Terminal

Anillo4:

_ CT SEI

Anillo2:

_ CT EADS CASA

3.2.3.1. DISTRIBUCIÓN DE POTENCIA EN ANILLOS

A partir del análisis de la potencia demandada y de la redistribución de anillos se dimensiona la potencia de los transformadores a instalar en los distintos centros de transformación.

Se ha tenido en cuenta también que, según la NSE, la potencia asignada (kVA) de los transformadores de distribución debe ser, de acuerdo con la carga, alguna de las siguientes: 25, 50, 100, 160, 250, 400, 630, 1.000 ó 1.600.

- **CT Edificio Terminal:**

Actualmente cuenta con 4 transformadores de 1000 kVA, alimentados por el anillo de 15 kV, así como con 2 transformadores de 1000 kVA, que forman parte del anillo de emergencia a 3 kV. Se mantiene la configuración de dos anillos alimentando a este centro. El análisis de consumo indica que el consumo punta en el 2008 es del orden

del 36% de la potencia instalada (6000 kVA). Por tanto, se ha optado por una configuración de 3x1000 kVA para el Anillo 1, un transformador menos, de forma que la potencia instalada se ajuste a la consumida pero a la vez quede potencia libre para futuras ampliaciones. Por la misma razón, para el Anillo 2 (de emergencia) se ha optado por mantener la configuración actual de 2x1000 kVA.

- **CT Hangar:**

Este centro está alimentado por los anillos de 15 y 3 kV actualmente, y la configuración actual del centro se va a adaptar a alimentación a través de un único anillo de 20 kV, como se ha comentado. Se opta por sustituir los transformadores, uno de 200 kVA y otro de 800 kVA, por dos transformadores de 630 kVA cada uno, preparados para trabajar en paralelo. Con ello, se adapta la potencia de los transformadores a las normalizadas, y puesto que el consumo de este centro está muy por debajo de la potencia instalada, podría trabajar un solo transformador en caso de fallo del otro, además de quedar la instalación dimensionada para posibles aumentos de la carga.

- **CT Nuevo Parking:**

Se trata de un centro de transformación nuevo. Será un parking en edificio de 4 plantas de aparcamiento. En el proyecto de dicha obra se prevén dos transformadores, uno de 400 kVA para el servicio normal (15 kV) y otro de 160 kV para el servicio permanente (3 kV). Se opta, por tanto, por un solo transformador de 630 kVA, para un anillo de 20 kV.

- **CT Parking 2:**

Este centro de transformación es alimentado actualmente en punta desde el CT Hangar, con una potencia instalada de 250 kVA, a la tensión de 3 kV. Se opta por mantener la misma potencia en dicho centro de transformación, integrándolo en un anillo a 20 kV.

- **CT Antiguo Terminal:**

Está alimentado por dos transformadores de 500 kVA cada uno a 15 kV. Puesto que el máximo consumo en el año anterior está muy por debajo de esta potencia, se opta por una configuración de dos transformadores de 400 kVA cada uno, alimentados por un anillo de 20 kV. Con ello se ajusta algo más la potencia a la consumida, aunque

quedando margen de ampliación de carga, y la potencia asignada de los transformadores está dentro de las recomendadas por la NSE.

- **CT SEI:**

Es alimentado a través del anillo de emergencia de 3 kV, y cuenta con un solo transformador de 100 kVA. Se opta, tras el análisis de potencia, por doblar su potencia, ante posibilidad de futuras ampliaciones, quedando una configuración de transformadores de 2x1000 kVA

- **CT EADS CASA:**

Se trata de un centro planteado en el presente proyecto. A falta del consumo real de las instalaciones de EADS en el aeropuerto, se proyecta un centro de transformación constituido por dos transformadores de alta potencia, 1000 kVA, preparados para trabajar en paralelo, dado que alimentará a instalaciones de gran superficie y en las que se prevén altas cargas de alumbrado y climatización.

Se resumen en la siguiente tabla los transformadores instalados por centro de transformación, y por anillo:

LINEA	CENTROS ALIMENTADOS	POTENCIA INSTALADA (kVA)
ANILLO 1	CT EDIFICIO TERMINAL	3 x 1.000
ANILLO 2	CT EDIFICIO TERMINAL	2 x 1.000
ANILLO 3	CT HANGAR	2 x 630
	CT NUEVO PARKING	1 x 630
	CT PARKING P2	1 x 250
	CT ANTIGUOTERMINAL	2 x 400
ANILLO 4	CT SEI	2 x 100
ANILLO 5	CT EADS CASA	2 x 1.000

Tabla III. Distribución de potencia instalada por anillos.

3.2.3.2. CONFIGURACIÓN

En el siguiente esquema se muestra la nueva configuración de anillos de 20 kV adoptada, resultando un total de 5 anillos:

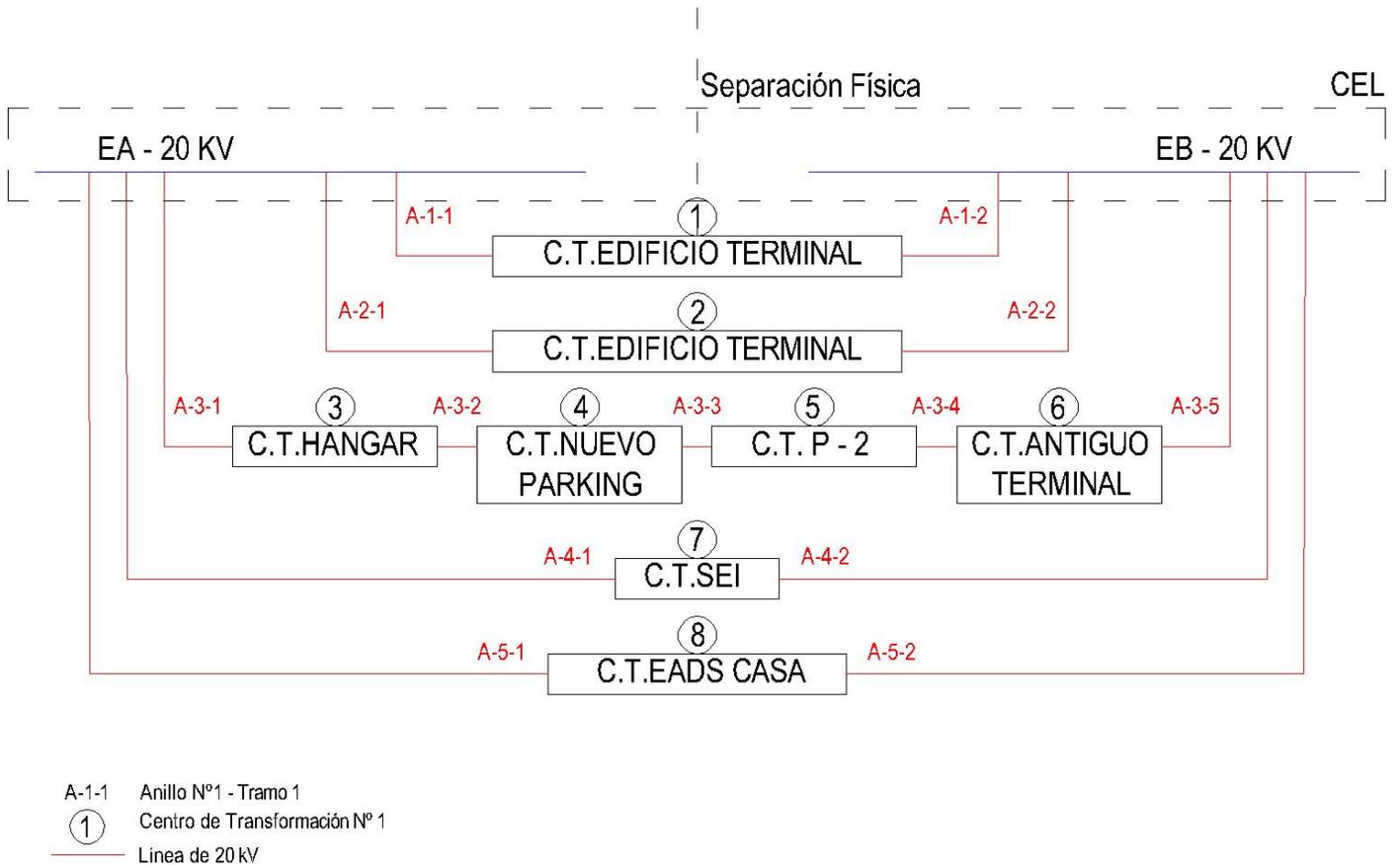


Figura XII. Esquema de configuración de anillos de Media Tensión. Estado proyectado.

- **Anillo 1:**

Dará servicio al CT Edificio Terminal, a 3 transformadores de 1000 kVA. El trazado de este anillo es coincidente con el anillo actual de 15 kV que alimenta a este centro, excepto en el tramo inicial, puesto que ha de partir de un tramo de galería proyectado para conectar la nueva central con las canalizaciones existentes, como se verá en apartados posteriores.

Es decir, el camino de ida desde la central será a partir de la nueva galería que conecta con la existente hasta el Nuevo Terminal, y el de vuelta por banco de tubos existente.

- **Anillo 2:**

Será un anillo redundante del anterior, que también dará servicio a la Nueva Terminal, a 2 transformadores de 1000 kVA, coincidiendo con el actual anillo de emergencia a 3 kV. El trazado, al igual que el del anillo 1 es por galería nueva hasta galería existente, regresando por banco de tubos.

- **Anillo 3:**

Este anillo partirá desde la Central Eléctrica por el nuevo tramo de galería, que conectará con el banco de tubos existente hasta el CT Hangar, en el que dará servicio a 2 transformadores de 630 kVA. A la salida de este centro, también por banco de tubos de reciente construcción, conectará con el CT Nuevo Parking, cuya potencia se ha previsto en 630 kVA. A la salida de este centro se acometerá al CT Parking 2 con un transformador de 250 kVA, también por banco de tubos reciente, conectando este centro con el CT Antiguo Terminal a través de otro tramo de banco de tubos existente. En este centro dará servicio a 2 trafos de 400 kVA. El camino de retorno hasta la Central tendrá lugar por galería existente.

- **Anillo 4:**

Dará servicio al edificio SEI (con previsión de 2 transformadores de 100 kVA cada uno,), que actualmente se alimenta en punta. Tanto el trazado de ida como el de vuelta parten de la Central por el tramo de nueva galería y conectan con sendos bancos de tubos de reciente construcción hacia el SEI

- **Anillo 5:**

Alimentará al nuevo centro CT EADS CASA, a 2 transformadores de 1000 kVA. Se proyectan dos nuevos tramos de bancos de tubos de distinto trazado, que conecten el tramo de galería nuevo con las instalaciones de EADS.

3.2.3.3. CANALIZACIONES

En el siguiente esquema se resume el trazado de las canalizaciones por las que discurre el cableado de los anillos de Media Tensión, como se ha explicado:

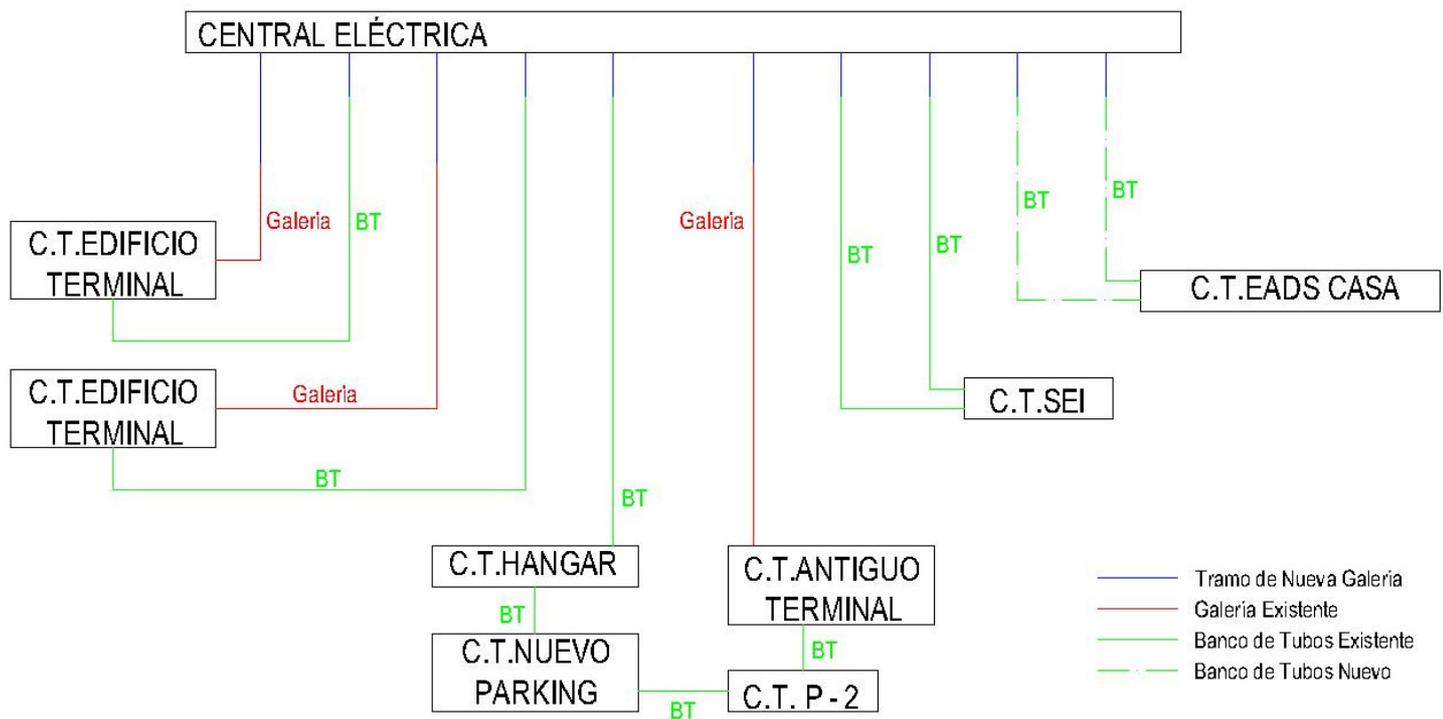


Figura XIII. Esquema de canalizaciones de Media Tensión. Estado proyectado.

3.2.4. NUEVO ESQUEMA GENERAL DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA.

3.2.4.1. DIAGRAMA DE BLOQUES. DISTRIBUCIÓN EN LA CENTRAL ELÉCTRICA.

El sistema eléctrico del aeropuerto se diseña conforme a los siguientes criterios básicos, según lo prescrito en el documento NSE-1:

_Criterio de fallo único, que equivale a los principios de redundancia de componentes e independencia física entre los mismos, de una forma razonable, por lo que se proyecta un doble embarrado;

_Distribución a un nivel de alta tensión único dentro del aeropuerto (VDI), 20 kV;

_Establecimiento de una única red de distribución alimentada tanto desde el exterior (acometidas procedentes de la compañía eléctrica suministradora) como desde los grupos electrógenos de generación propiedad del aeropuerto;

_Dos líneas de suministro de compañía, de plena capacidad cada una;

_Los grupos electrógenos de emergencia podrán marchar total o parcialmente en paralelo con la red exterior, sin exportación de energía;

_En caso de desconexión de la red exterior, los grupos permanecerán en isla sobre parte de la carga, fundamentalmente la de emergencia;

_Selección, a nivel de los cuadros generales de baja tensión, de las cargas que deben contar con suministro de emergencia;

_Los cambios de configuración del sistema eléctrico se realizarán en la medida de lo posible sin paso por cero de tensión;

_Suministro de continuidad descentralizado.

El siguiente esquema de bloques muestra la red principal de distribución de energía eléctrica en la central eléctrica del Aeropuerto de Sevilla, respondiendo al estado proyectado resultante de la remodelación global del sistema eléctrico.

En el esquema se pueden observar las tensiones que se han considerado en el diseño:

- tensión de distribución de la compañía eléctrica suministradora, que coincide con la tensión de distribución interior en alta tensión del aeropuerto (VDI), 20 kV

- tensión de generación para grupos electrógenos fijos. El valor de la tensión asignada del alternador es de 3 kV
- baja tensión para corriente alterna. Se emplea la tensión de 400 V

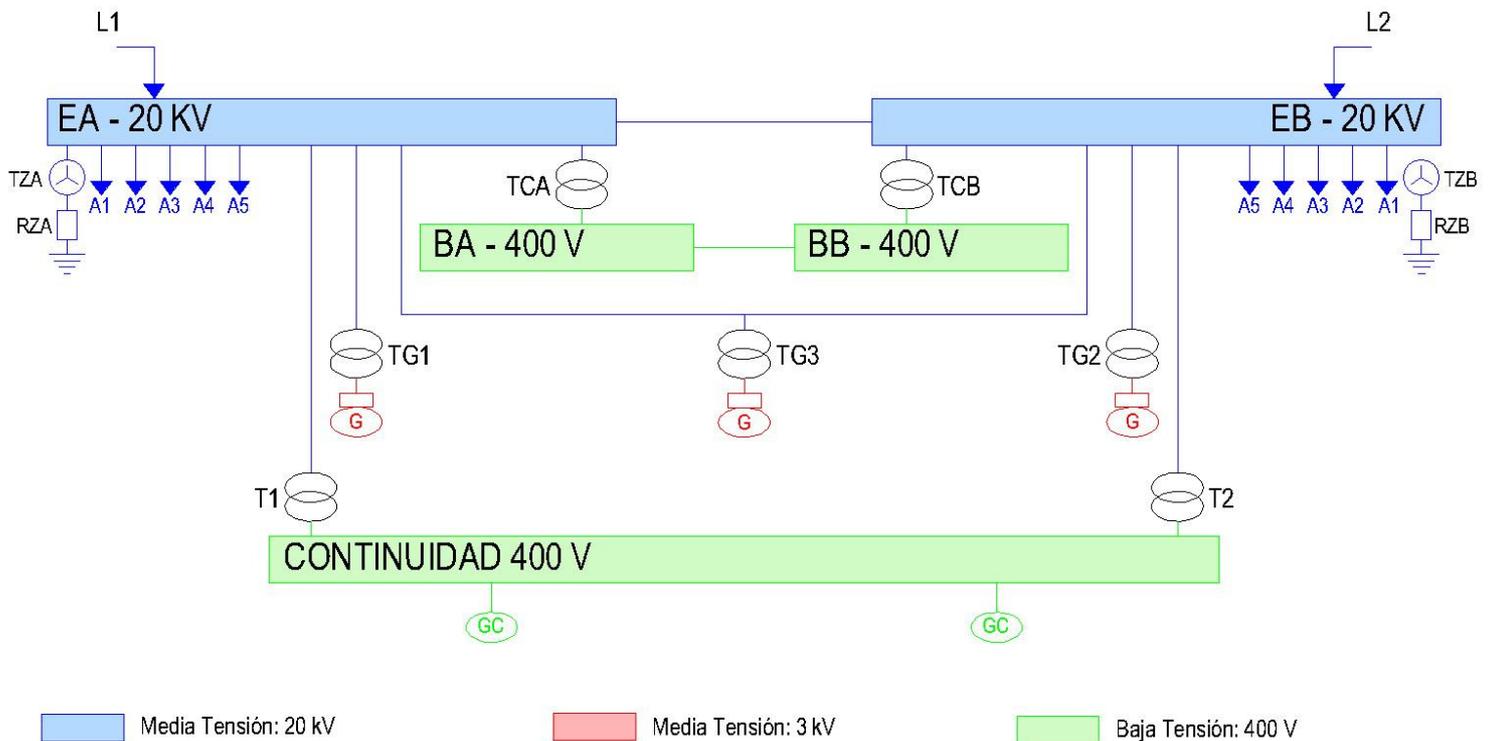


Figura XIV. Diagrama de bloques de distribución eléctrica. Estado proyectado.

Nomenclatura

La nomenclatura usada en este esquema se repite a lo largo de todo el documento para hacer referencia a los siguientes elementos:

L1 ⇒ Línea prioritaria de acometida de red exterior, 20 kV

L2 ⇒ Línea secundaria de acometida de red exterior, 20 kV

EA ⇒ Embarrado de distribución de Media Tensión en la Central Eléctrica. Redundancia "A"

EB ⇒ Embarrado de distribución de Media Tensión en la Central Eléctrica. Redundancia "B"

A1,....., A5 ⇒ Líneas en anillo propuestas de distribución a los Centros de Transformación

TCA ⇒ Transformador de servicios propios y cargas exteriores de la Central Eléctrica.

Redundancia "A"

TCB ⇒ Transformador de servicios propios y cargas exteriores de la Central Eléctrica.

Redundancia "B"

T1 ⇒ Transformador cargas de balizamiento 1 (Continuidad)

T2 ⇒ Transformador cargas de balizamiento 1 (Continuidad)

TZA ⇒ Reactancia en zig-zag. Central Eléctrica. Redundancia "A"

TZB ⇒ Reactancia en zig-zag. Central Eléctrica. Redundancia "B"

RZA ⇒ Resistencia de puesta a tierra de TZA.

RZB ⇒ Resistencia de puesta a tierra de TZB.

G1 ⇒ Grupo de emergencia 1

G2 ⇒ Grupo de emergencia 2

G3 ⇒ Grupo de emergencia 3

TG1 ⇒ Transformador elevador para grupo de emergencia G1. Central Eléctrica

TG2 ⇒ Transformador elevador para grupo de emergencia G2. Central Eléctrica

TG3 ⇒ Transformador elevador para grupo de emergencia G3. Central Eléctrica

Puesto que se genera a tensión distinta a la de distribución, se debe instalar un transformador por grupo electrógeno que constituirá junto con el mismo un bloque de autogeneración.

3.2.4.2. ESQUEMA UNIFILAR

El esquema unifilar proyectado está incluido en los planos del proyecto.

El esquema eléctrico proyectado es diseñado atendiendo al flujograma de selección de esquemas eléctricos contenido en la Normalización de los Sistemas Eléctricos Aeroportuarios, concretamente en el documento NSE-1. Para seguir dicho flujograma se ha tenido en cuenta que,

- Se requiere autogeneración de emergencia.
- Se proyecta una configuración con doble acometida
- No son necesarias unas Subestaciones de Acometida Transformadoras, teniendo en cuenta que la línea de acometida de la compañía suministradora ENDESA presentará una tensión nominal de servicio de 20kV.
- La distribución en la Central Eléctrica se realizará en Media Tensión.

- Los grupos de emergencia generan en 3 kV, por lo que es necesario colocar transformadores de generación, que eleven de 3 kV a los 20 kV de distribución.

Con los anteriores requisitos el flujograma proporciona que el esquema aplicable para la Central Eléctrica es el 2.4, contenido en dicho documento NSE-1, Prescripciones relativas al diseño.

Se proyecta contar con dos acometidas, cada una de ellas con capacidad y disponibilidad plena para alimentar al aeropuerto. Las acometidas transcurrirán por itinerarios diferentes y podrán proceder, en un futuro, de subestaciones independientes.

La red de distribución es común para las cargas normales y de emergencia, teniendo lugar dicha distribución a un único nivel de tensión, 20 kV.

La alimentación a todos los centros de transformación con cargas de emergencia debe realizarse mediante al menos un anillo con sus extremos conectados a redundancias diferentes y trascurriendo por trazados distintos.

El funcionamiento normal del sistema eléctrico de 20 kV es acoplado a la red de distribución de la compañía eléctrica y por tanto a su red de puesta a tierra de neutro. No obstante, en caso de fallo de suministro eléctrico, el aeropuerto dispone del sistema de generación propio que le permite funcionar en modo "isla"- En dicho modo de funcionamiento se hace necesario mantener un sistema de puesta a tierra similar en el sistema de 20 kV al de la compañía.

Por ello, se ha dispuesto de un conjunto formado por una reactancia de zig-zag y una resistencia de puesta a tierra para obtener una falta a tierra imperante. Aunque se representen parejas de impedancias redundantes, sólo debe conectarse una de ellas y en caso de su fallo, se debe conmutar automáticamente a la otra. Si fallasen ambas impedancias, se debe desconectar automáticamente la emergencia de la central asociada.

3.2.5. ACTUACIONES EN LA CENTRAL ELÉCTRICA

3.2.5.1. NUEVA UBICACIÓN

Se incluye en el presente proyecto el cambio de ubicación de la Central Eléctrica, a una localización más cercana al centro de gravedad de las cargas, así como con espacio suficiente para una nueva central con mayor superficie que la actual y espacio libre a su alrededor para posibles ampliaciones futuras.

La nueva Central estará situada en el lado Aire, junto al actual edificio SEI (Servicio de Extinción de Incendios), al Norte de la calle de rodaje paralela a la pista 09-27, en la zona triangular delimitada por las antiguas pistas 05-23 y 02-20. La Central eléctrica estará ubicada en la zona central de la parcela. La ruta de acceso a la parcela se a través del vial de servicio, al igual que ocurre con el Edificio de Bomberos.

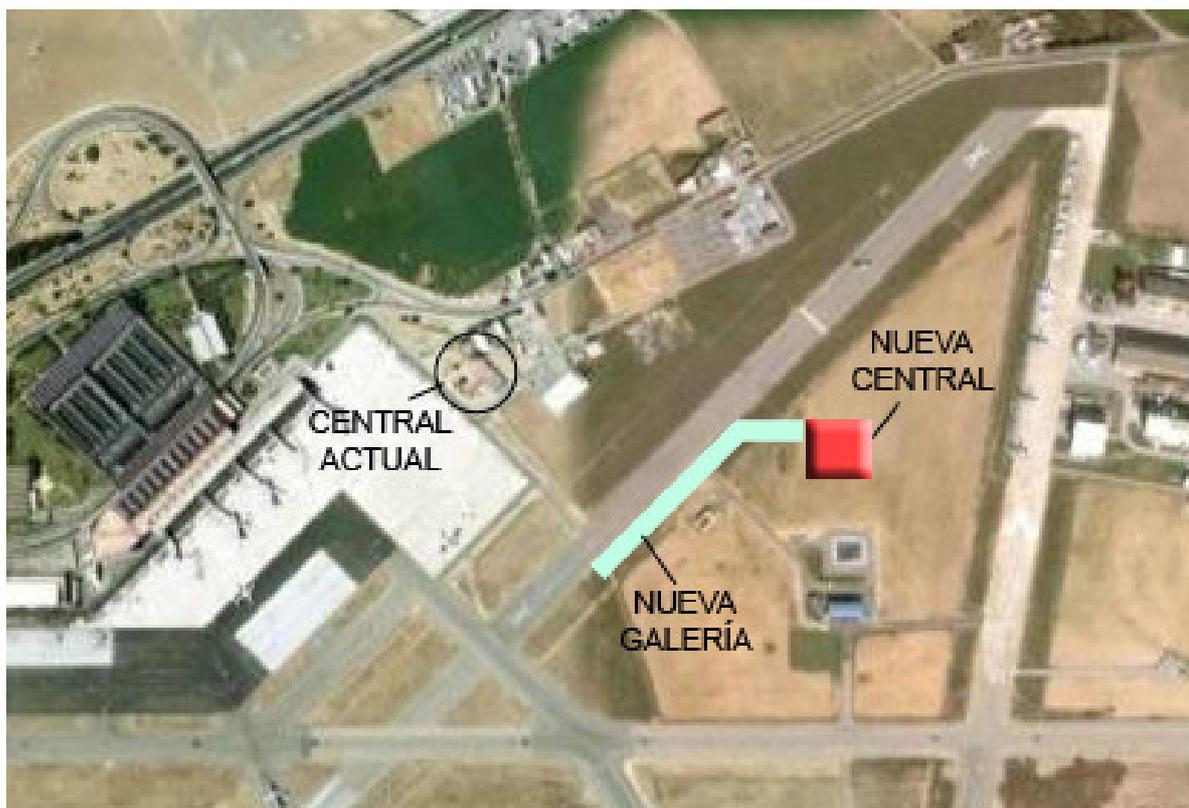


Figura XV. Nueva ubicación de Centra Eléctrica y galería visitable.

La iniciativa de dicho cambio de ubicación de la Central Eléctrica es promovida por el propio Aeropuerto, es decir, es una actuación que se tiene intención de llevar a cabo en un futuro próximo.

Del sótano de la nueva Central Eléctrica partirá un nuevo tramo de galería subterránea visitable, que conectará con la galería existente.

No es objeto de este proyecto profundizar en el diseño del edificio de la nueva central eléctrica, ni en su estructura, instalaciones, etc. Sin embargo; se darán una serie de prescripciones de diseño en lo que se refiere a la distribución física que han de tener los diferentes elementos proyectados en el diagrama unifilar, con el objetivo de conseguir una alimentación eléctrica segura y eficaz en el Aeropuerto.

3.2.5.2. DESCRIPCIÓN FUNCIONAL. ESQUEMA DE USOS

La Central Eléctrica debe diseñarse teniendo en cuenta, al igual que en la actual, las siguientes fuentes de alimentación:

- _ Recepción de alimentación de compañía eléctrica para desde allí distribuir a los distintos Centros de Transformación.
- _ Generación con grupos Diesel para poder alimentar las cargas de emergencia en caso de pérdida de energía exterior.
- _ En la Central también están instalados los grupos de continuidad para alimentación del balizamiento, y también los propios reguladores de corriente constante.

La distribución física de los distintos elementos se realiza en una serie de espacios o salas, generalmente:

- Salas de cabinas de media tensión
- Sala de cuadros de baja tensión
- Sala de grupos electrógenos y unidades de continuidad
- Cabinas de transformadores de potencia
- Sala de reguladores de balizamiento
- Sala de control
- Taller mecánico y eléctrico
- Almacén
- Oficinas
- Aseos

La disposición de estos espacios dentro de la central debe ser tal que permita fácilmente futuras ampliaciones. La aparamenta eléctrica debe instalarse en dos conjuntos redundantes e independientes física y eléctricamente. Se debe prever espacio para la ampliación lateral de las cabinas de alta tensión y de los cuadros generales de baja tensión. Asimismo debe tenerse en cuenta las tareas de mantenimiento de cara al espacio libre a reservar.

En el diseño del edificio deben cumplirse una serie de prescripciones constructivas, por ejemplo, debe disponer de sótano de cables diseñado de manera que la altura libre de obstáculos sea de 2 m en toda la superficie. Además de las cargas habituales propias de los equipos instalados (como por ejemplo, cabinas o cuadros), para el cálculo de las cargas a soportar por la estructura (forjados, pilares y cimentación) deben tenerse en cuenta los esfuerzos dinámicos de la aparamenta y sus tipos de apoyo, los huecos para el paso de cables y el peso de las canalizaciones previstas.

Por tanto, el edificio constará de planta baja y sótano. En la planta baja se desarrollarán la práctica totalidad de las funciones, utilizándose el sótano para la distribución de líneas y cableado hacia la galería subterránea, desde la que se distribuyen las distintas líneas.

Se propone un diseño de la planta baja que, al igual que en la Central actual, esté dividida funcionalmente en tres áreas diferenciadas:

- _ Zona para el personal
- _ Zona de grupos
- _ Zona de equipamiento

Respecto a la ubicación de la sala de control, se debe procurar que esté lo más próxima a las cabinas de media tensión y cuadros de baja, así como directamente unida a la sala de grupos.

En el diseño detallado del edificio de la Central deberían perseguirse una serie de objetivos, tales como redundancia de equipos eléctricos, minimización de los problemas derivados de ruidos, vibraciones y humos, seguridad de las personas,

simplicidad de mantenimiento, resistencia al fuego, cumplimiento de la normativa vigente y optimización de la relación eficacia/coste, entre otros.

Se muestra a continuación un esquema de usos de una posible planta, que cuenta con una configuración con separación física de elementos redundantes. Así, las salas de equipos se han previsto de forma duplicada por la redundancia funcional requerida para los equipos eléctricos: dos salas de cabinas de media tensión, para alojar el doble embarrado, con doble acometida de compañía independiente, dos salas de baja tensión para alojar los cuadros correspondientes y dos salas de reguladores para alimentar a las cargas de balizamiento.

Se reservan 6 cubículos para transformadores a cada lado de la planta, de forma simétrica. Con esto se alojarían los 3 transformadores elevadores de los grupos de emergencia, los 4 transformadores de distribución de la central (a cargas propias y a balizamiento), quedando 5 huecos para alojar las impedancias de puesta a tierra y baterías de condensadores si estas fueran necesarias, además de contar con espacios de reserva para ampliaciones futuras.

En la sala de grupos se proyecta también contar con espacio libre para alojar, aparte de los 3 grupos de emergencia y los dos de continuidad existentes, dos grupos más.

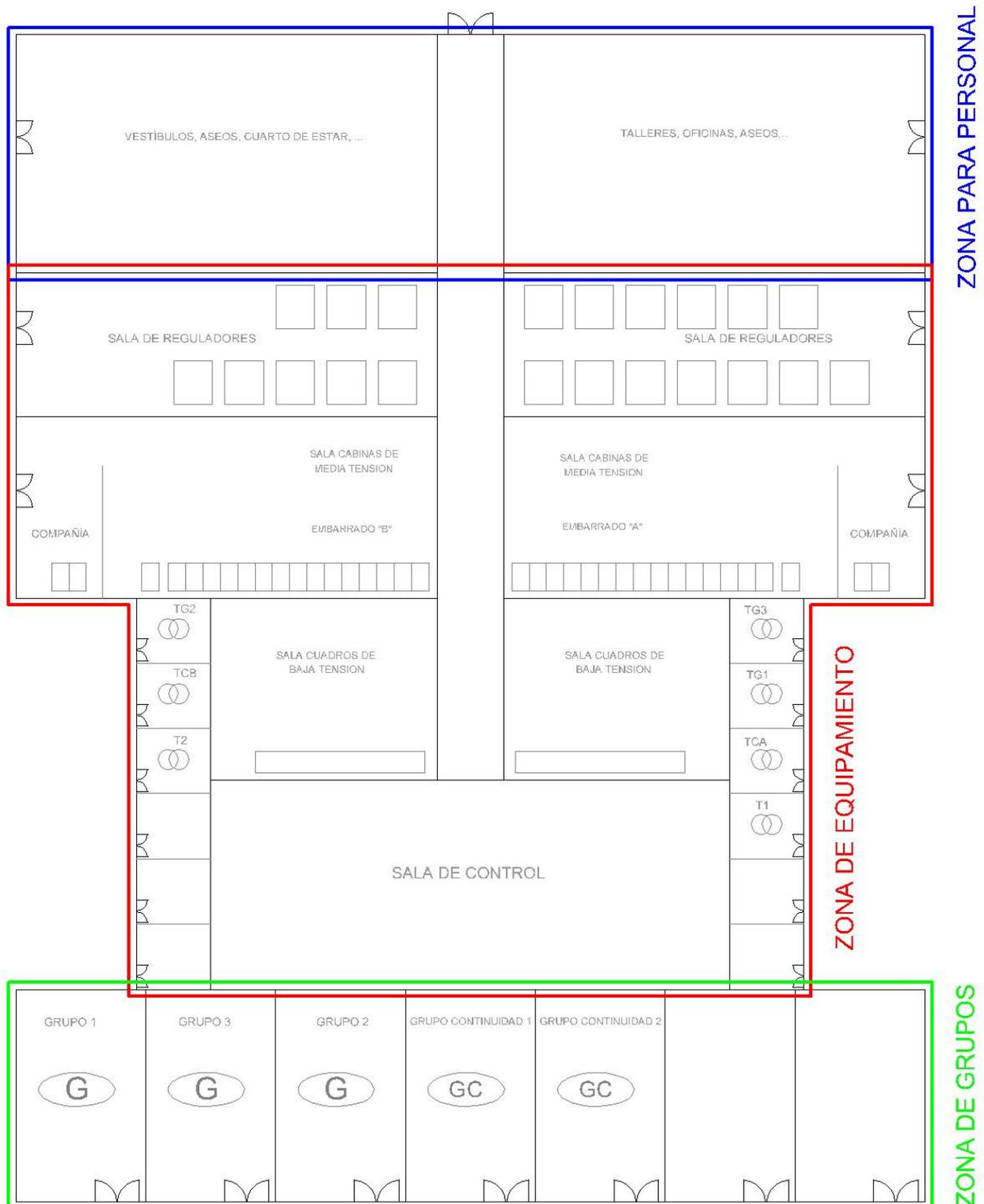


Figura XVI. Esquema de usos en planta de la Central Eléctrica. Estado proyectado.

3.2.5.3. EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO DE MEDIA TENSIÓN

A continuación se pasa a describir el Sistema Eléctrico de Media Tensión en la Central Eléctrica, que es el objeto de las modificaciones llevadas a cabo debido a la unificación de tensión, de acuerdo al esquema unifilar proyectado definido en el presente documento.

La energía eléctrica será suministrada por la compañía eléctrica ENDESA a la tensión trifásica de 20 kV y una frecuencia de 50 Hz, realizándose la acometida eléctrica de forma subterránea a través de dos líneas de acometida en Media Tensión, como se propone en apartados posteriores.

En el interior de la Central Eléctrica se sitúan dos Centro de Seccionamiento y Medida, uno para cada línea de acometida, dos embarrados de distribución a 20 kV, cuatro transformadores de distribución (para servicios propios y cargas de balizamiento) y bloques de generación propios, que suministrarán energía al Aeropuerto de Sevilla en caso de fallo de las dos acometidas del complejo. Además, hay que tener en cuenta la instalación de dos impedancias de puesta a tierra, que se conectan en caso de funcionamiento únicamente con grupos, en isla.

La justificación de las características eléctricas de los elementos que se describen a continuación se encuentra en el Anejo 1: *Cálculos Eléctricos*.

- **Niveles de aislamiento**

Los niveles de aislamiento exigibles a las instalaciones de la Central Eléctrica serán:

- Tensión nominal: 20 kV
- Tensión más elevada de la red: 24 kV
- Nivel de aislamiento a frecuencia industrial (1 min): 50 kV
- Nivel de aislamiento a impulsos: 125 Kv

Las intensidades de cortocircuito y los tiempos de duración del defecto serán determinados por ENDESA, y los materiales instalados en la Central Eléctrica deberán ser capaces de soportar dichas solicitudes.

- **Celdas De Alta Tensión**

La aparamenta de alta tensión de la Central Eléctrica cumplirá con las siguientes características:

- Tensión de servicio: 20 kV
- Tensión de aislamiento: 24 kV
- Nivel de aislamiento a frecuencia industrial (1 min): 50 kV
- Nivel de aislamiento a impulso tipo rayo: 125 kV
- Intensidad de c.c. exigida: 20 kA, 1s
- Intensidad asignada aparamenta: 630 A
- Intensidad asignada en el embarrado: 1.250 A

Todas las celdas de los embarrados principales estarán dotadas de interruptor automático, excepto la correspondiente a medida. Las cabinas principales deben ser compartimentadas o blindadas y deben estar preparadas para el telecontrol (supervisión y mando). Por tanto, todos los interruptores de estas celdas estarán motorizados a 110 Vcc, y se podrán telemandar.

Todas las cabinas se dotan de seccionamiento de aislamiento y de seccionamiento de puesta a tierra.

Se proyectan las siguientes celdas:

_ Centro de seccionamiento de compañía eléctrica, que estará formado por un seccionador en carga y una celda de medida para utilizar con los contadores de compañía. Se han previsto dos centros de seccionamiento, uno por cada línea de acometida.

_ Embarrados principales: Se proyectan dos barras de alta tensión (barra A y barra B) en áreas de fuego distintas, y una redundante de la otra, estando ambas barras acopladas a través de interruptores automáticos (uno en cada barra). Cada embarrado estará constituido por celdas con las siguientes funciones: celdas de acometida al embarrado, medida de tensión en barras, acometida conjunto "reactancia zig-zag y resistencia", 5 celdas para distribución a los anillos, una celda para transformador de distribución a cargas de balizamiento, 2 celdas para acometidas de bloques de generación, una celda para transformador de distribución a barra de baja

tensión de la Central, 3 celdas de reserva y una celda de acoplamiento con la otra barra.

Los interruptores automáticos de acometida estarán enclavados entre sí de forma que se evita la posibilidad que ambos estén cerrados, evitando el acoplamiento de las dos líneas.

Según prescripciones de la NSE, los interruptores automáticos y los interruptores-seccionadores de las cabinas deben ser de SF₆ o de vacío y con motorización para el tensado del muelle de accionamiento. Deben contar con al menos una bobina de cierre y otra de apertura. La secuencia de maniobras asignada debe permitir reenganche automático rápido según la norma UNE 21081.

El modelo de cabinas propuesto estará compuesto por celdas modulares equipadas con aparataje fija, bajo envolvente metálica, que utiliza el hexafluoruro de azufre (SF₆) como aislante y agente de corte.

Las cabinas principales deben contar con los sistemas necesarios (ofrecidos por la propia cabina o por un medio auxiliar) que posibiliten que, desde el exterior de las cabinas, sea directamente visible (si procede) la siguiente información: presencia de tensión en cada una de las fases, valor de la tensión de barras, intensidad en cada una de las tres fases, estado del conmutador local/remoto, estado del seccionador de puesta a tierra, estado del interruptor, estado del seccionador de aislamiento, estado del relé de bloqueo, etc.

• Transformadores De Distribución

Los transformadores encargados de la distribución de energía en la Central Eléctrica serán los siguientes:

Transformadores para servicios propios y cargas exteriores

Actualmente hay dos transformadores en la Central de 315 kVA cada uno y relación de transformación 3/0,4 kV que alimentan a las barras de baja tensión. Se proyecta, aparte de sustituirlos por otros adaptados a la nueva tensión de distribución de 20 kV, instalar trafos de 630 kVA de forma que en caso de no disponer de uno de ellos (por

mantenimiento o avería), el otro pueda alimentar a la totalidad de la carga, con barras de baja tensión acopladas.

Se proyectan, por tanto, dos transformadores redundantes (TCA y TCB) de las siguientes características:

- Relación de transformación: 20/0,42kV
- Potencia nominal: 630kVA
- Grupo de conexión: Dyn11
- Tensión de cortocircuito: 4%

Transformadores para cargas de continuidad (balizamiento):

Actualmente se encargan de alimentar el embarrado de continuidad dos transformadores de 630 kVA cada uno, de relación de transformación 3/0,42 kV. En la actuación llevada a cabo en el Capítulo 4 *Actuaciones para la puesta en Categoría II/III* del presente proyecto se modifican las cargas de balizamiento, aumentándose la potencia instalada en los reguladores de intensidad constante. Sin embargo; como se explica en dichos apartados, no es necesario aumentar la potencia de los transformadores de distribución destinados a tal fin. Por tanto, se mantiene la potencia de los transformadores de las cargas de balizamiento, aunque se sustituyen por otros adaptados al nuevo nivel de tensión de distribución.

Así, se proyectan dos transformadores (T1 y T2) de las siguientes características:

- Relación de transformación: 20/0,42kV
- Potencia nominal: 630kVA
- Grupo de conexión: Dyn11
- Tensión de cortocircuito: 4%

• **Generación De Emergencia**

Del cálculo justificativo de la máxima potencia demandada por las cargas en emergencia, se obtiene que esta potencia será del orden de 4.240 kVA, por lo que con los tres grupos electrógenos actuales se cubren adecuadamente estas necesidades.

Por tanto, se emplearán los generadores existentes, que son 3 grupos de emergencia de 2250 kVA cada uno, que generan en 3kV, para luego elevar a 20 kV y distribuir para todas las cargas de emergencia del aeropuerto; de características:

- Potencia asignada: 2.250 kVA, $\cos\phi$ 0,8
- Tensión: 3 kV $\pm 0,5\%$
- Reactancia X''d: Entre 12,4 – 18,54 %

El neutro del grupo se pone a tierra a través de una resistencia, de forma que se permite limitar la falta monofásica en la parte de baja del grupo a 10 amperios. Las características de la resistencia de puesta a tierra de los grupos, serán las siguientes:

- Tensión asignada $\geq 3 \times 1,05 / \sqrt{3} = 1,82$ kV
- Frecuencia asignada: 50 Hz
- Tiempo de duración de la intensidad térmica: Régimen permanente.
- Resistencia de 181,9 Ohmios a 25º C

• Transformadores De Generación

Los grupos de emergencia generan a una tensión de 3 kV, por lo que es necesario llevar a cabo una elevación de la tensión con el fin de conseguir disponer de emergencia en el nivel de tensión de 20 kV.

Para ello, cada grupo electrógeno (G1, G2, G3) llevará asociado un transformador elevador (TG1, TG2, TG3) de las siguientes características:

Tres transformadores elevadores para generación de 2.500 kVA, 3/20 kV, grupo de conexión YNd11, $Z_{cc}=7$ %. Estos serán destinados para tres grupos electrógenos existentes en la central de 2.250 kVA.

Entre cada generador y su transformador se instalará una celda de seccionamiento ubicada físicamente junto a cada grupo de emergencia.

• Impedancias De Puesta A Tierra

El funcionamiento normal del sistema eléctrico de media tensión es acoplado a la red de distribución de la compañía eléctrica. No obstante, en caso de fallo de suministro

eléctrico el aeropuerto dispone de un sistema de generación propio que le permite funcionar en modo "isla". En dicho modo de funcionamiento se hace necesario mantener un sistema de puesta a tierra similar en el sistema de 20kV. Por ello, se ha dispuesto de un conjunto formado por una reactancia de zig-zag (neutro artificial) y una resistencia de puesta a tierra que limitará la intensidad de cortocircuito fase-tierra (defecto homopolar).

Se proyectan dos conjuntos de puesta a tierra "zig-zag y resistencia", aunque sólo debe conectarse una de ellas y en caso de su fallo, se debe conmutar automáticamente a la otra.

La reactancia que se instala para el conjunto tiene las siguientes características:

▪ Conexión y grupo	ZIG-ZAG (ZN)
▪ Tensión nominal	21 kV
▪ Intensidad térmica del neutro asignada	500 A
▪ Tiempo de duración de la intensidad térmica	entre 10s y 1min
▪ Impedancia homopolar por fase a 25°C	23,09 Ω

Asociadas a cada una de las reactancias zig-zag se instalará una resistencia con las siguientes características:

▪ Tensión nominal	20/ $\sqrt{3}$ kV
▪ Intensidad térmica asignada	500 A
▪ Tiempo de duración de la intensidad térmica	entre 10s y 1min
▪ Resistencia a 25°C	23,09 Ω

• Cableado De Media Tensión

Todos los cables de distribución de los anillos en media tensión pertenecientes a la tensión de servicio de 20 kV serán de tipo RHZ1, 12/20kV, 1x185 mm², Al + H16 (pantalla constituida por una corona de alambres de cobre de diámetro inferior a 1mm y sección total de 16mm²), agrupados por ternas de cables unipolares al tresbolillo.

Los cables que unen las cabinas de la Central con los transformadores de distribución instalados en la misma serán de tipo RHZ1, 12/20kV, 1x95 mm², Al + H16.

Los cables de 3 kV de tensión, que unen los grupos de transformación con sus transformadores elevadores serán de tipo RHZ1, 1,8/3kV, 1x240 mm², Al + H16.

Las características principales del cableado de Media Tensión de la Central Eléctrica se resumen a continuación:

IDENTIFICACIÓN LÍNEA	ORIGEN	FIN	Cu/Al	AISL.	U (kV)	S (MVA)	TIPO DE CABLE	Sn SECCIÓN NOMINAL (mm ²)
A1	CEL	Anillo1	Al	XLPE	20	3	Terna de cables unipolares	185
A2	CEL	Anillo2	Al	XLPE	20	2	Terna de cables unipolares	185
A3	CEL	Anillo3	Al	XLPE	20	2,94	Terna de cables unipolares	185
A4	CEL	Anillo4	Al	XLPE	20	0,1	Terna de cables unipolares	185
A5	CEL	Anillo5	Al	XLPE	20	2	Terna de cables unipolares	185
L1, L2, L3 (Unión trafos TG1, TG2, TG3 con barras de 20 kV EA,EB)	Trafos TG1, TG2 y TG3	CEL	Al	XLPE	20	2,5	Terna de cables unipolares	185
L4, L5 (Unión trafos dist. TCA, TCB, con barras de 20 kV EA,EB)	CEL	Trafos TCA, TCB	Al	XLPE	20	0,63	Terna de cables unipolares	95
L4, L5 (Unión trafos continuada d T1, T2, con barras de 20 kV EA,EB)	CEL	Trafos TCA, TCB	Al	XLPE	20	0,63	Terna de cables unipolares	95
C1, C2, C3 (Unión grupos G1, G2, G3 con trafos TG1, TG2, TG3)	Grupos G1, G2 y G3	Trafos TG1, TG2 y TG3	Al	XLPE	3	2,25	Terna de cables unipolares	240

Tabla IV. Resumen de cableado de Media Tensión.

3.2.6. NUEVAS ACOMETIDAS DE RED

Las acometidas de compañía que llegan actualmente a la Central Eléctrica son dos líneas aéreas de 15 kV procedentes de la misma Subestación. Ambas líneas discurren por el mismo trazado desde el poste cercano al límite aeroportuario hasta un poste en el exterior de la actual Central Eléctrica, donde se bifurcan llegando la prioritaria a la cabina 1A y la secundaria a la cabina 2A.

Para mayor seguridad de suministro, la fuente externa debería estar constituida por dos líneas de alimentación independientes. Se propone en el presente proyecto el trazado soterrado por dos tramos distintos e independientes, desde el poste cercano al límite aeroportuario hasta la nueva Central Eléctrica, de las dos líneas de acometida de 20 kV (que será próximamente la tensión de compañía).



Figura XVII. Acometidas propuestas.

Además, como se ha explicado anteriormente, estas líneas acometerán a la Central en dos barras de acometida distintas, con doble medida, y con separación física. De esta forma se consigue una mayor independencia en cuanto a la alimentación desde red exterior, aunque lo ideal sería que en un futuro cada línea proviniese de una subestación distinta, a ser posible incluso de compañías diferentes.

Además de la característica de tensión nominal de la red, es necesario conocer la capacidad (o potencia) de cortocircuito de la red en el punto de acometida a la central eléctrica del aeropuerto. Su conocimiento permitirá determinar las intensidades de cortocircuito en todos los puntos de distribución en el aeropuerto, para seleccionar adecuadamente la capacidad de ruptura de interruptores. También es conveniente conocer la intensidad de cortocircuito monofásico y el tiempo de despeje de una fase a tierra en el exterior del aeropuerto. Éstos son datos que deberá aportar la compañía suministradora, y que en el presente proyecto se han estimado en valores frecuentes, para la realización de los apartados de cálculos eléctricos correspondientes.

3.2.7. ACTUACIONES EN CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

Los Centros de Transformación sufrirán modificaciones derivadas de la unificación de tensión, del reajuste de potencia y de la remodelación de anillos, como se ha ido explicando.

Además, se proyecta el equipamiento eléctrico de los dos nuevos centros de transformación, CT Nuevo Parking y CT EADS CASA.

Los niveles de aislamiento exigibles a los Centros de Transformación serán:

- Tensión nominal: 20 kV
- Tensión más elevada para el material: 24 kV
- Nivel de aislamiento a frecuencia industrial (1 min): 50 kV
- Nivel de aislamiento a impulso tipo rayo: 125 kV

Todos los centros de transformación previstos están integrados en un anillo, siendo la configuración de todos ellos de anillo simple con seccionadores en carga. Estos centros estarán compuestos por un único embarrado de alta tensión y se alimentarán desde dos embarrados de la Central Eléctrica. El bucle siempre estará abierto por un punto.

Los anillos solo estarán protegidos por interruptores automáticos en las cabeceras del anillo (en barras A y B de la Central Eléctrica), existiendo en cada Centro de Transformación únicamente seccionadores en carga para entrada y salida del anillo.

Siguiendo la configuración que presentan los centros de transformación existentes, la protección de los transformadores de distribución se lleva a cabo, en general, mediante interruptor-seccionador, excepto en el caso de transformadores de gran potencia (en este caso los de 1000 kVA) en los que existe protección mediante interruptor automático, o en los de baja potencia (100kVA, en el CT SEI) en los que se debe contar con interruptor-seccionador-fusible.

A continuación se describen los cambios en la aparamenta eléctrica de media tensión en todos los centros.

3.2.7.1. CT Edificio Terminal

Es alimentado a través de dos anillos, al igual que en la actualidad.

En cuanto a la parte del centro alimentada por el Anillo 1, se mantiene la configuración del actual centro a 15 kV, aunque los transformadores han de adaptarse al nivel de tensión de 20 kV y se instala un transformador menos, en total 3x1000 kVA. Las características de las cabinas cumplen el nivel de aislamiento exigido y la intensidad nominal y poder de corte de la apartamentada también son las adecuadas.

El esquema unifilar del centro alimentado por el Anillo1, con 3 transformadores de 20/0,42 kV, de 1000 kVA cada uno, que correspondería a las cargas en servicio normal, es la siguiente:

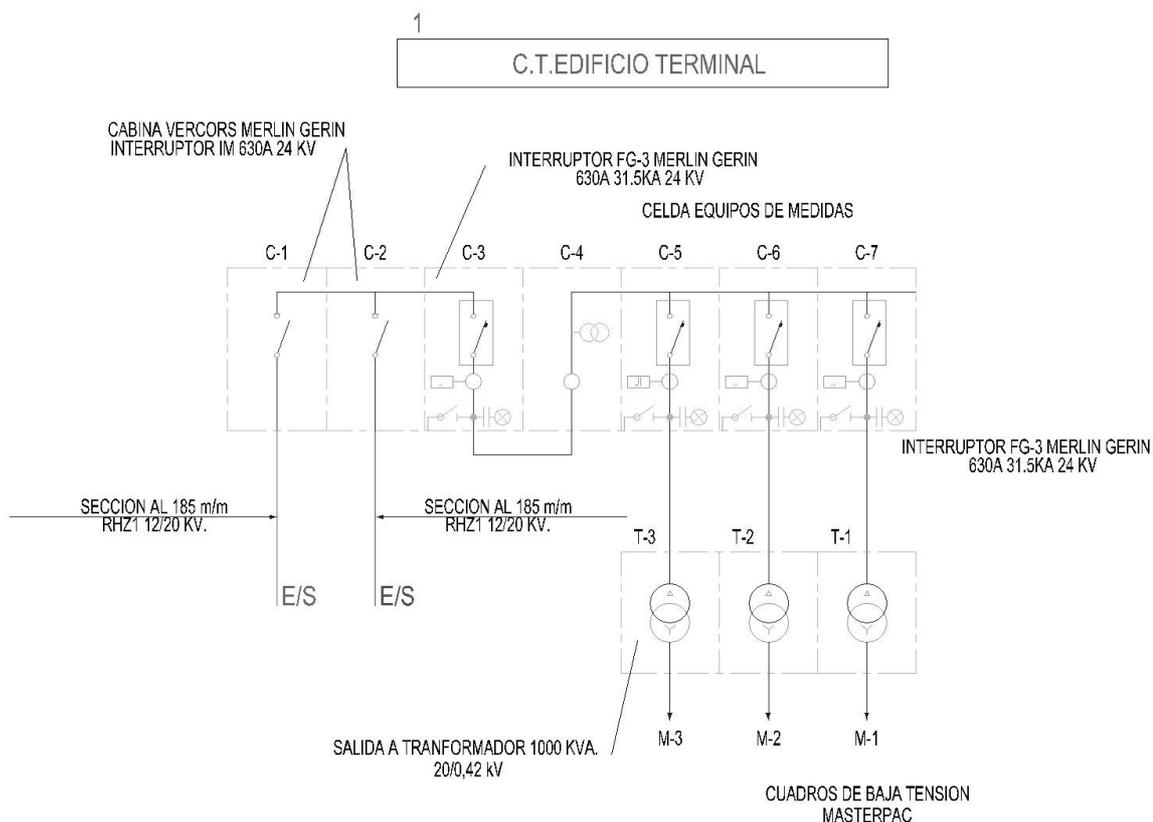


Figura XVIII. CT Edificio Terminal. Anillo 1.

En cuanto a la parte del Centro de Transformación alimentada por el Anillo 2, se mantiene la configuración del actual anillo a 3 kV, de emergencia, aunque se sustituye toda la apartamentada para adaptarla al nivel de 20 kV. Los transformadores se sustituyen por otros de relación de transformación 20/0,42 kV.

La configuración del centro integrado en el Anillo 2, que correspondería al servicio de emergencia o permanente es la siguiente:

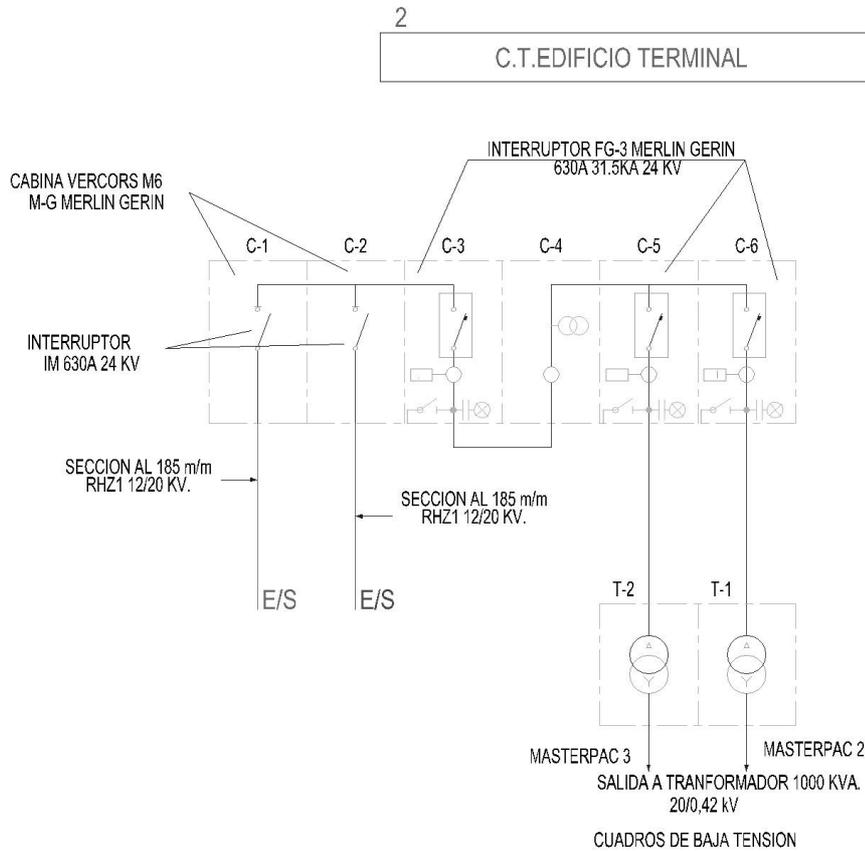


Figura XIX. CT Edificio Terminal. Anillo2.

3.2.7.2. CT Hangar

Esta subestación está alimentada actualmente por dos anillos, uno de 3 kV y otro de 15 kV. Con esta modificación se adapta la configuración para ser alimentado por un único anillo de 20 kV, como ya se ha comentado. Se sustituyen los dos transformadores existentes por dos de 630 kV de relación de transformación 20/0,42 kV. Se sustituyen las cabinas existentes pertenecientes a ambos anillos, quedando una configuración como la que muestra en el esquema unifilar siguiente:

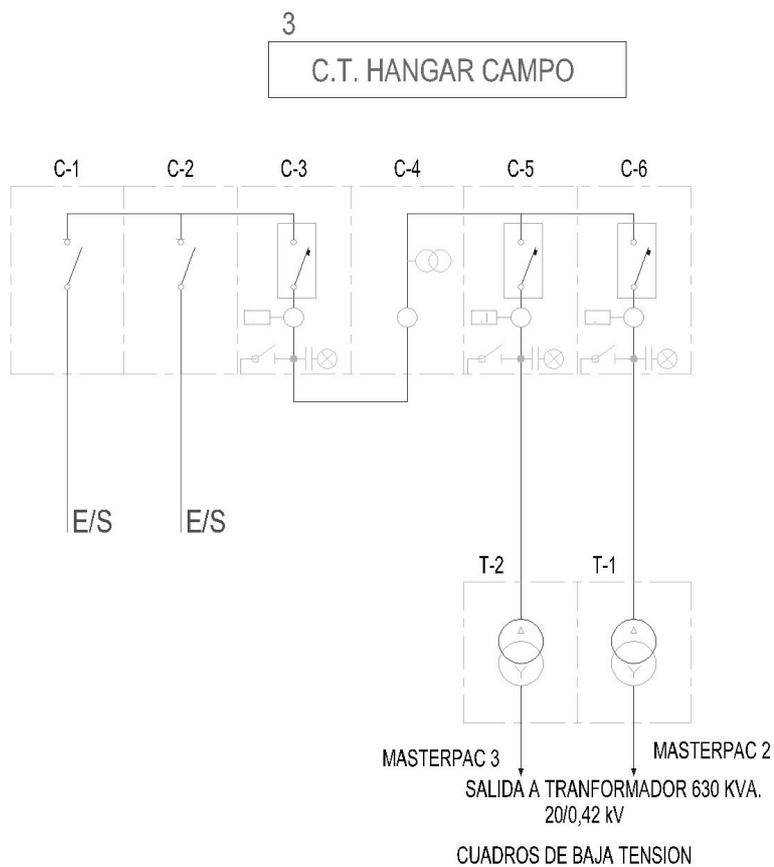


Figura XX. CT Hangar. Anillo 3.

3.2.7.3. CT Nuevo Parking

Se trata de un centro de nueva construcción que va a ser integrado en el Anillo 3, entre el CT Hangar y el CT Parking 2. Se proyecta una cabina de medida, otra de protección de transformador y dos de entrada/salida de línea. El transformador previsto es de 630 kVA, de 20/0,42 kV. La configuración resultante sería:

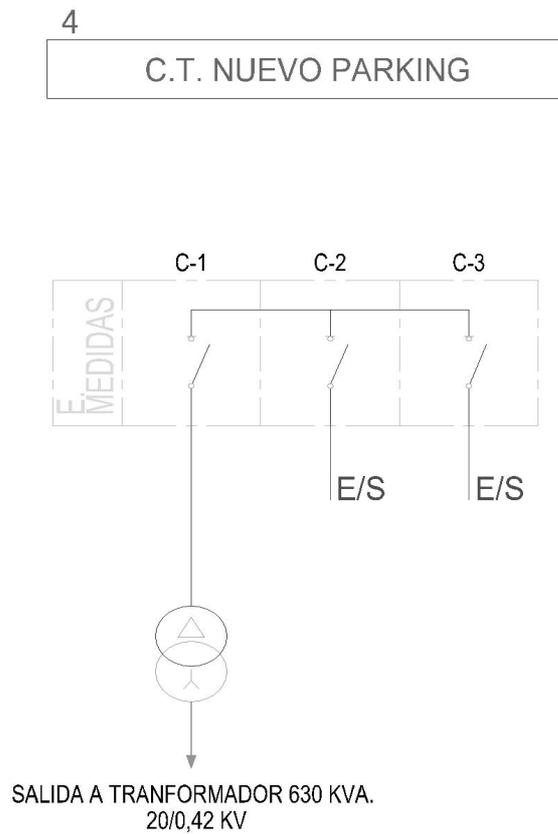


Figura XXI. CT Nuevo Parking. Anillo 3.

3.2.7.4. CT Parking P2

Este centro de transformación es en la actualidad alimentado en punta desde el CT Hangar, a 3 kV. Con la remodelación pasa a formar parte de un anillo de 20 kV, por lo que aparte de sustituir las cabinas por otras del aislamiento adecuado a la nueva tensión, habrá que añadir otra cabina de entrada/salida con interruptor-seccionador, de forma que se disponga de dos de ellas para ser posible la integración en anillo. El transformador, de 250 kVA, se sustituye por otro de tensión asignada 20/0,42 kV. El quema unifilar resultante, sería:

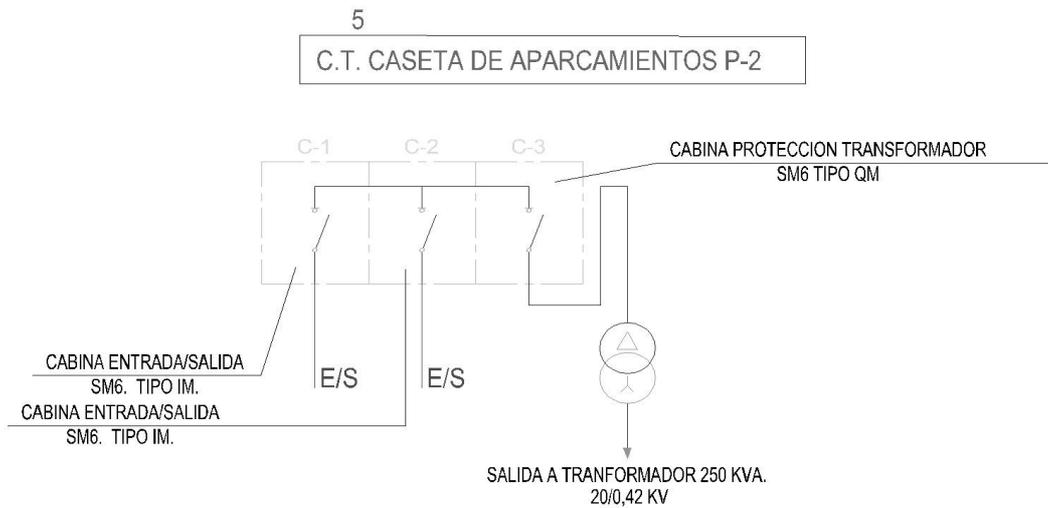


Figura XXII. CT Parking P2. Anillo 3.

3.2.7.5. CT Antigua Terminal

Se mantiene la configuración del centro alimentado actualmente a 15 kV, pero se sustituyen los dos transformadores de 500 kVA, por otros dos de 400 kVA, de 20/0,42 kV, quedando la siguiente configuración:

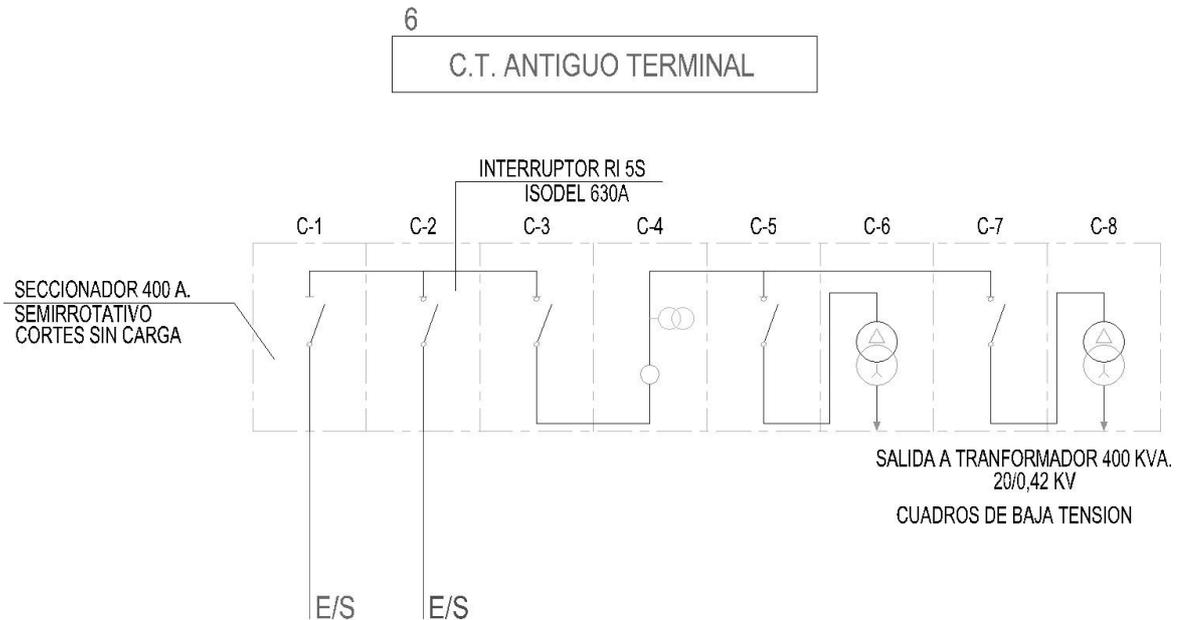


Figura XXIII. CT Antigua Terminal. Anillo 3.

3.2.7.6. CT SEI

Este centro es alimentado en la actualidad por en punta desde el embarrado de 3 kV de la Central. Se instalan 2 transformadores de 100 kVA de 20/0,42kV doblando la potencia actual, y las correspondientes cabinas de protección de transformadores y de entrada/salida de anillo, todas adaptadas al nivel de tensión de 20 kV. La configuración final se muestra en el esquema unifilar:

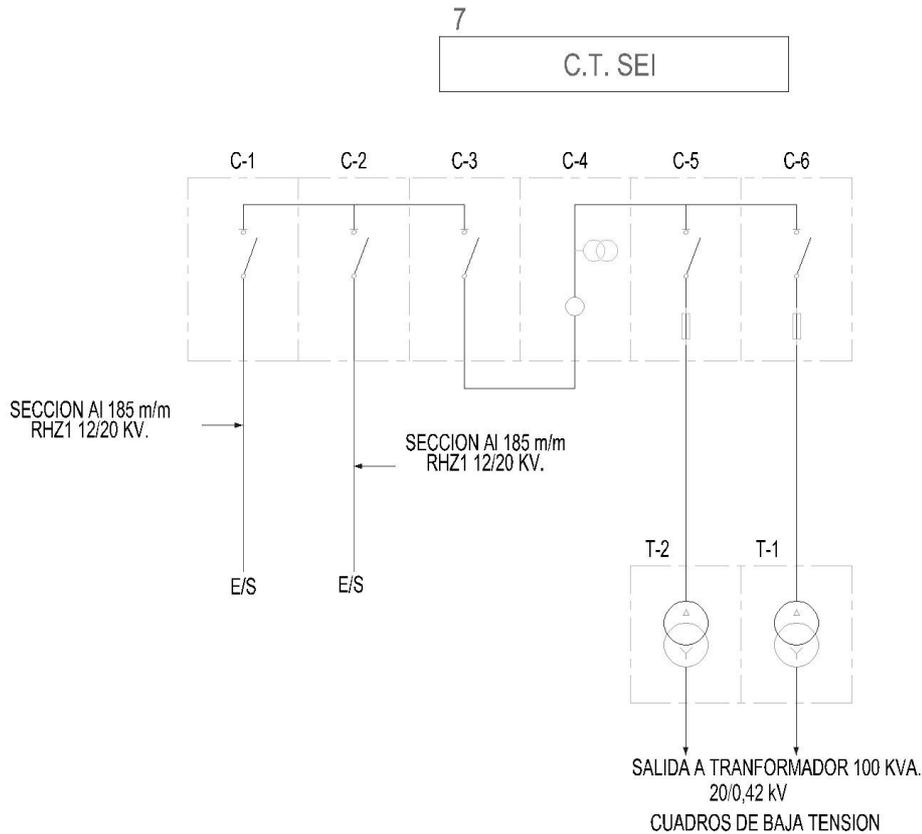


Figura XXIV. CT SEI. Anillo 4.

3.2.7.7. CT EADS CASA

Se trata de un Centro de Transformación nuevo, para el que se prevén 2 transformadores de 1000 kVA, de 20 kVA, integrados en un anillo exclusivo para este centro.

La configuración eléctrica del Centro de Transformación proyectado se muestra a continuación:

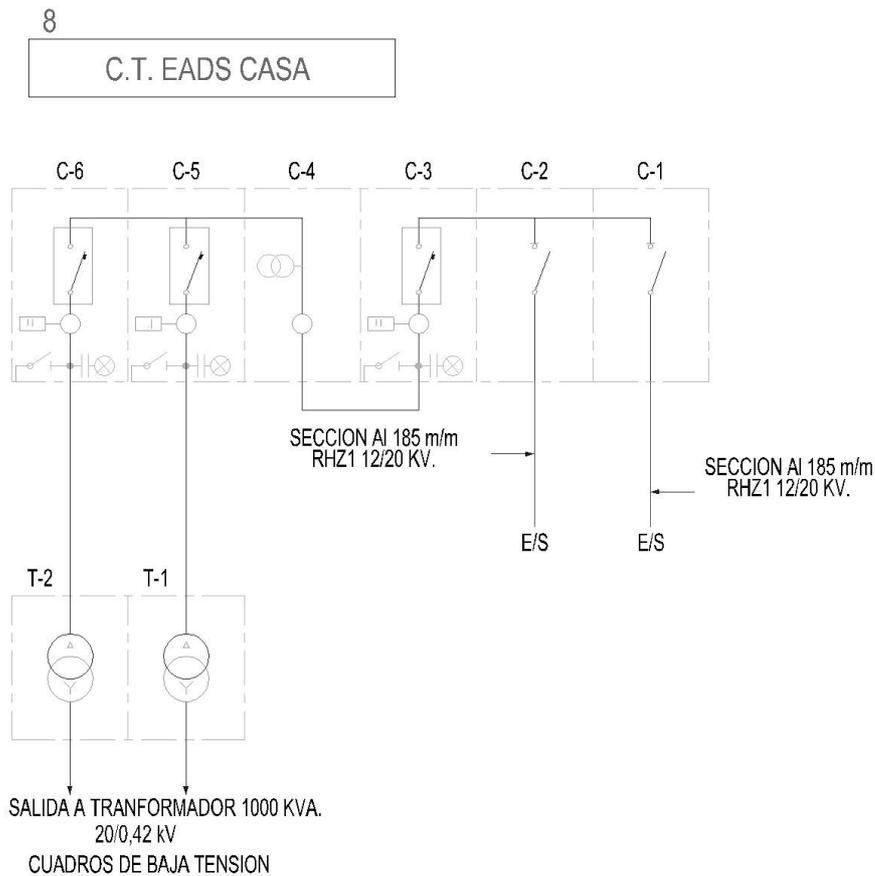
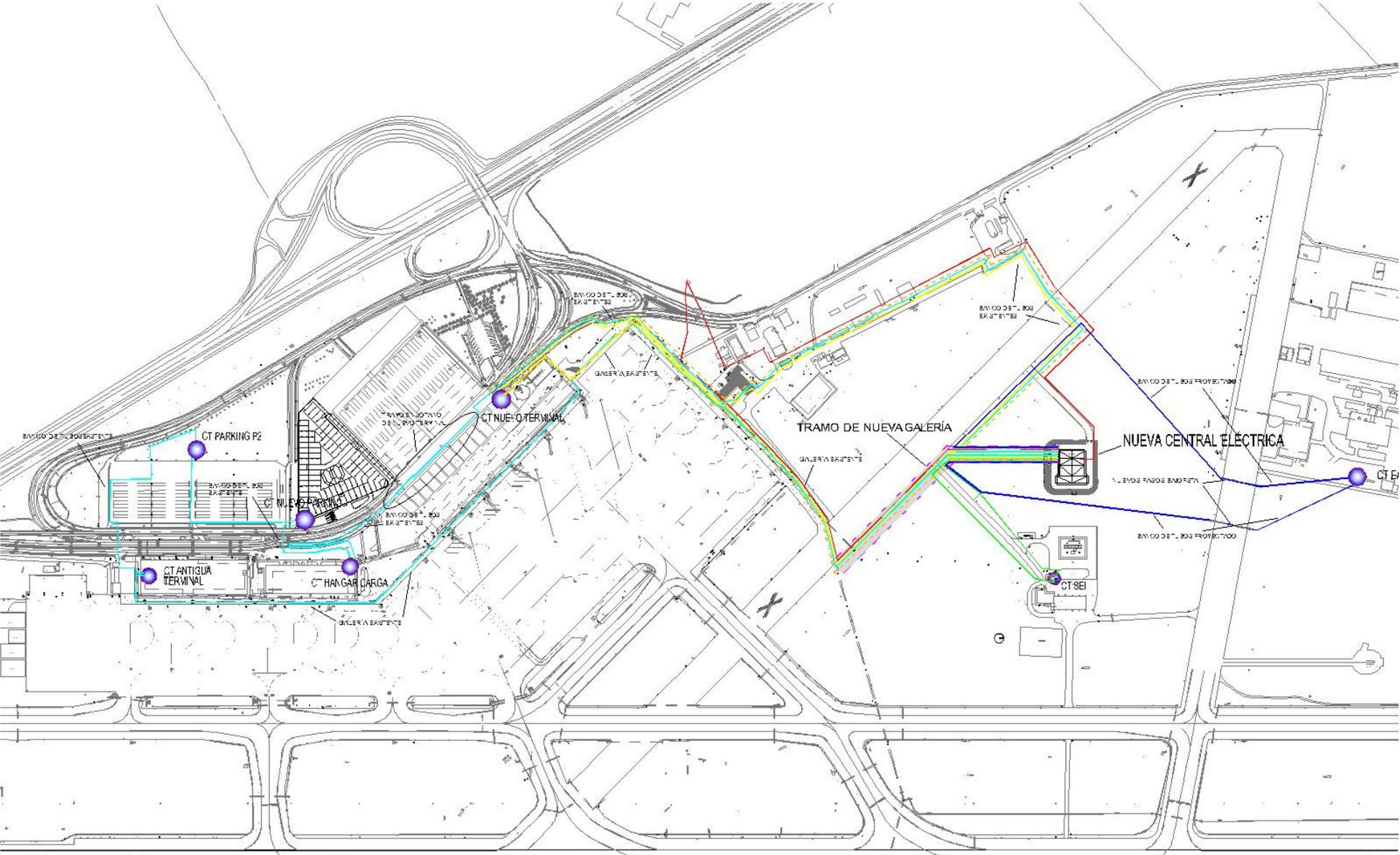


Figura XXV. CT EADS CASA. Anillo 5.

3.2.8. UBICACIÓN FÍSICA DE CENTRAL ELÉCTRICA Y CENTROS DE TRANSFORMACIÓN. CANALIZACIONES.

A continuación se muestra la ubicación de los distintos elementos que forman parte del sistema de distribución eléctrica de Media Tensión proyectado: la nueva Central Eléctrica, las canalizaciones proyectadas (nuevo tramo de galería y nuevo banco de tubos para el anillo de EADS), los Centros de Transformación, y el trazado del cableado que los une, tanto por banco de tubos como por galería, configurando los anillos descritos con anterioridad.



3.2.9. OPERACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA ELÉCTRICO

Para describir el modo de funcionamiento del sistema es necesario hacer uso del esquema unifilar de distribución eléctrica, remitiéndose a los planos del proyecto para tal fin.

3.2.9.1. MODO DE OPERACIÓN NORMAL

La forma de explotación normal del aeropuerto es con las barras de alta tensión A y B de la Central Eléctrica acopladas (salvo por mantenimiento o avería de una de ellas, estas barras siempre trabajarán acopladas), y alimentación por una de las dos acometidas (generalmente con la definida como preferente). Los anillos se explotan en abierto y solo se cierran para cambio de configuración sin paso por cero de tensión. En anillo abierto cada uno de los extremos del anillo se une a barras diferentes en la Central. Uno de los interruptores de salida se encuentra cerrado y el otro abierto, y en cada carga se dispondrá de un “bucle” con entrada y salida mediante seccionadores en carga.

Por tanto, en funcionamiento normal y estableciendo la Línea 1 como la acometida prioritaria, en la Central Eléctrica se encontrará cerrado el interruptor correspondiente a la Celda 1A, y abierto el correspondiente a la otra línea, 1B. Además, ambos embarrados están acoplados, con lo que se encuentran cerrados los interruptores 19A y 19B.

Las celdas 5A y 5B permanecerán abiertas, así como las 15A, 16A, 15B, 16B, 1G, 2G y 3G.

Los anillos quedarán en la configuración de funcionamiento normal abiertos en la Central Eléctrica, de tal manera que los interruptores de las celdas 6A-10A se encontrarán cerradas y las 6B-10B abiertas. En caso de fallo de uno de los tramos de un anillo, se desconectará la sección del cable correspondiente, alimentándose las cargas mediante los dos interruptores de salida de la Central de los extremos del anillo.

3.2.9.2. MODO DE FUNCIONAMIENTO CON APOYO DE GRUPOS ANTE PUNTAS DE CARGA

En caso de que se produzcan puntas de carga que supongan un consumo superior al que pueden suministrar las líneas de acometida, se llevará a cabo un proceso de acoplamiento entre grupos y Red, para lo cual será necesario tener en cuenta la previa comprobación de las condiciones de sincronismo para el cierre de los interruptores asociados al modo de funcionamiento con grupos.

Los grupos están equipados para atender el servicio automático de emergencia por fallo de red, y también el funcionamiento en paralelo entre grupos y con la red para cubrir puntas de carga, con una transferencia red – grupo sin cero.

3.2.9.3. MODO DE FUNCIONAMIENTO ANTE FALLO DE RED EXTERIOR

Con presencia de Red normal, en cualquiera de las dos líneas de acometida, la Central Eléctrica se alimenta con los Interruptores de las celdas 1A ó 1B cerrados.

En caso de pérdida de tensión en la red exterior que alimenta en ese momento al aeropuerto, en caso de fallo de tensión en una de las líneas se producirá la conmutación a la otra línea. Es decir, se dispara el interruptor de la acometida 1A y se procede al cierre del interruptor correspondiente a la otra acometida, 1B (cuando se disponga de esta segunda acometida) si es que ésta tuviese tensión.

Si la otra acometida tampoco tuviera tensión se procede al arranque de los grupos de emergencia para pasar a funcionar en isla. Desde que se pierde la tensión exterior hasta que los grupos se encuentran en condiciones de admitir carga, deben pasar menos de 15 segundos. En este tiempo se incluye el que transcurre desde que se pierde la tensión exterior hasta que se da orden de arranque a los grupos (suele ser del orden de algún segundo para no proceder al arranque a los grupos ante un hueco de tensión transitorio), más el tiempo de arranque de los grupos. La secuencia de conexión de carga se realiza en baja tensión, conectándose primero aquellas cargas de emergencia en las que se admite menos tiempo sin alimentar.

Los Grupos atenderán el servicio de emergencia hasta el retorno estable de tensión en red, trabajando normalmente con ambos embarrados de 20 KV acoplados, realizándose la siguiente secuencia:

- _ Arranque y búsqueda de condiciones de sincronización automática de los grupos.
 - _ Con un grupo o más acoplados, orden de suministro a barras de 20 kV mediante el cierre de los interruptores asociados, previa confirmación de apertura de los interruptores de red, 1A ó 1B.
- Conexión de los interruptores de las celdas G1 y/o G3, ó G2 y/o G3, ó G1, G2 y G3, según el modo de funcionamiento, y previa comprobación de las condiciones de sincronismo con los interruptores de las barras A y/o B, respectivamente.
- _ Control automático de funcionamiento de los grupos, según la demanda de consumo y la selección de prioridad, con reparto de carga y control de protecciones.
 - _ Al retorno estable de red, los grupos inician su proceso de desconexión y parada automática, transfiriendo la carga a Red.

Durante todas las maniobras de transferencia, el sistema garantiza los enclavamientos entre interruptores para evitar falsos acoplamientos entre fuentes de energía.

Cuando se trabaje en isla, las cargas alimentadas dependerán de la potencia de emergencia disponible, que será la correspondiente a los tres grupos de emergencia salvo que por mantenimiento o fallo de uno de ellos solo se disponga de uno ó dos de los grupos. Por tanto, en la mayor parte de las ocasiones se podrá alimentar a todas las cargas de emergencia más un gran número de las cargas normales. La discriminación de cargas se realizará en baja tensión, y será el sistema de gestión debidamente programado el que decida cuáles son las cargas a alimentar.

En caso de que los parámetros de la Red retornen a sus condiciones nominales, se llevará a cabo un proceso de acoplamiento entre grupos y Red, para lo cual será necesario tener en cuenta la previa comprobación de las condiciones de sincronismo entre la Red y las barras principales, y posteriormente el cierre de los interruptores de las celdas 1A ó 1B y posteriormente la apertura de 15A y/o 15B, además de 16A y/o 16B, según el modo de funcionamiento. Al final del proceso tiene lugar la apertura de G1 y/o G2, ó G3 (igualmente según el modo de funcionamiento). Es decir, recuperada la tensión exterior en una de las dos acometidas, se mantiene durante un tiempo el funcionamiento con los grupos para verificar que se ha recuperado de forma estable la red exterior, pasando posteriormente a sincronizar los grupos con el sistema exterior para cerrar el interruptor de acometida (en estos interruptores hay previsto relés de

sincronismo) y pasar a trabajar acoplados los grupos con el sistema exterior pero solo el tiempo para que la vuelta a red sea sin paso por cero de tensión.

3.2.9.4. ENCLAVAMIENTOS Y AUTOMATISMOS

Los enclavamientos previstos en Media Tensión, que se indican en los planos correspondientes:

E1: Enclavamiento tipo 3/4 entre los interruptores de ambas líneas de acometida y los interruptores de acoplamiento de ambos embarrados. Su objetivo es impedir que los dos interruptores automáticos de acometida desde red exterior estén cerrados a la vez, para evitar el acoplamiento de las redes.

E2: Enclavamiento con automatismo entre red y grupos, de forma que se permita los modos de funcionamiento ya explicados, en modo isla y en paralelo con la red ante puntas de carga.

E3: Enclavamiento con automatismo entre interruptores de los lados de MT y BT de transformadores, de forma que estén los dos abiertos o los dos cerrados por motivos de seguridad.

E4: Enclavamiento tipo 1/2 entre los interruptores que conectan el tercer grupo con ambos embarrados, de forma que alimente a uno u otro según el modo de funcionamiento.

E5: Enclavamiento tipo 1/2 entre los interruptores de ambas impedancias de puesta a tierra. Sólo debe conectarse una de ellas en modo de funcionamiento con grupos en isla ante fallo de las dos líneas de acometida. En caso de fallo de la impedancia de la IPT conectada, se debe conmutar automáticamente a la otra. Si fallasen ambas impedancias, se debe desconectar automáticamente la emergencia de la central asociada.

Otros enclavamientos a tener en cuenta son:

_ Enclavamiento mecánico directo entre el interruptor y el seccionador de p.a.t. de todas las cabinas en los embarrados principales de la Central Eléctrica (EA y EB).

_ Enclavamiento mecánico en el acceso a transformadores, que se efectuará por medio de una puerta que irá enclavada mecánicamente por cerradura con el seccionador de puesta tierra de la celda de protección correspondiente, de tal manera que no se pueda acceder al transformador sin haber cerrado antes el seccionador de puesta a tierra de la celda de protección. El acceso al recinto del transformador estará bloqueado cuando esté en tensión

_ Acceso a transformador de grupo sólo con interruptor de campo (excitación) del grupo abierto y el seccionador de p.a.t. de 20 kV cerrado.

_ En los anillos de 20 kV:

_ Solo uno de los interruptores principales conectados al embarrado de la central estará abierto, salvo operación momentánea, controlado por el sistema de gestión.

_ Enclavamientos entre el interruptor y el seccionador de p.a.t. del otro extremo de un tramo de anillo (no cerrados ambos. La comunicación de señales será por fibra óptica dedicada.

3.2.9.5. ANÁLISIS DE FALLOS. PROTECCIONES

Como se ha comentado, los anillos se deben explotar siempre en abierto y sus protecciones se deben seleccionar para dejar sin servicio automáticamente sólo los tramos o equipos en donde se haya producido la falta. Un automatismo del sistema de control debe reconfigurar el anillo para reponer el servicio y que el número de elementos sin servicio sea el mínimo posible.

La protección de los anillos eléctricos de distribución en 20 kV se soluciona mediante protección diferencial de línea con comunicación por fibra óptica. Este sistema hace que ante un fallo en uno de los tramos del anillo no se pierda la totalidad del anillo sino sólo el tramo dañado.

Se instalará un relé de este tipo en cada celda de línea, tanto en los centros de transformación como en la central eléctrica.

Este sistema de protección funciona con comunicación por fibra óptica de forma que cada relé esté comunicado con el anterior y el siguiente del anillo. Para ello será necesaria la instalación un cable de fibra óptica en paralelo con la línea de distribución eléctrica. Esta fibra será dedicada para el sistema de protección no pudiendo utilizarse para el control ni otros usos distintos de la protección.

Este sistema de protección está instalado actualmente en el Aeropuerto de Sevilla en algunos Centros de Transformación.