



INSTALACIONES DEL TUNEL DE LOS CRISTIANOS-COSTA ADEJE DEL TREN DEL SUR DE TENERIFE

TRABAJO DE FIN DE GRADO

Autor: Sr. Rubén Serrano Fernández
Tutor: Dr. Raúl Parra Hermida
Titulación: Grado en Ingeniería Mecánica
Fecha: Septiembre 2018

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
Adeje para el tren del sur.

Índice General:

- I. MEMORÍA DESCRIPTIVA
- II. MEMORÍA JUSTIFICATIVA
- III. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD
- IV. PLANOS
- V. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS
PARTICULARES
- VI. MEDICIONES Y PRESUPUESTO

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
Adeje para el tren del sur.

I. MEMORIA DESCRIPTIVA

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
Adeje para el tren del sur.

ÍNDICE MEMORIA DESCRIPTIVA:

- 1 Introducción
 - 1.1 Objeto del proyecto
- 2 Normativa Aplicada
- 3 Descripción de las instalaciones
 - 3.1 Electricidad
 - 3.2 Ventilación
 - 3.3 Protección Contra Incendios
 - 3.3.1 Detección
 - 3.3.2 Extinción
- 4 Plazo y Diagrama de Ejecución

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
Adeje para el tren del sur.

1. Introducción

Sirva el presente proyecto para definir las instalaciones del túnel correspondiente al tramo 8 del proyecto del tren del sur de Tenerife en el que se define una infraestructura ferroviaria de 80 Km con 7 intercambiadores. El tramo objeto de estudio en este proyecto es el último del trazado uniendo los núcleos urbanos de Los Cristianos y costa Adeje con un total de 5,4 Km de longitud. Se definirán con detalle, por tanto, las instalaciones de Baja tensión, ventilación, extracción y protección contra incendios.



Figura 1: Vista aérea del trazado

El presente proyecto se desarrolla en el Plan Territorial Especial de Ordenación de Infraestructuras del Tren del Sur (PTEOITS) aprobado en el BOC nº058 del 21/03/2011 y modificado en el BOC nº102 del 28/05/2018 por derogación de ley 4/2017. Este es uno de los planes por los que se aprueba el Texto Refundido de las leyes de Ordenación del territorio de Canarias y Espacios Naturales de Canarias en los que se establece una planificación adecuada para una determinada red de infraestructuras. Este plan estudia la posibilidad de modelos de transporte colectivo alternativos, concretamente en el apartado 6-D establece:

“Con objeto de promocionar un servicio de transporte público que satisfaga la actual demanda de movilidad y su futuro incremento a medio y largo plazo, se estudiará la implantación de medios de transporte público alternativo del tipo guiado (tranvía, metro ligero, ...). Estos estudios analizarán la implantación de líneas ferroviarias en 3 áreas:

- Área Metropolitana de Santa Cruz-La Laguna
- Corredor Norte que uniría el Área Metropolitana con la vertiente Norte de la isla

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
Adeje para el tren del sur.



– Corredor Sur que uniría el Área Metropolitana con la vertiente Sur de la isla”.

Como resultado de lo anterior, el Cabildo Insular de Tenerife realizó un concurso público, convocado a través del anuncio de licitación publicado definitivamente en el Boletín Oficial de la Provincia número 55, lunes 8 de mayo de 2000, así como en el Boletín Oficial del Estado número 111, martes 9 de mayo de 2000, y remitido para su publicación en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas el día 28 de abril de 2000, redactándose el estudio denominado “Avance del Plan Territorial Especial de infraestructuras del Tren del Sur”

El objetivo principal de este proyecto es establecer las bases de una futura conexión entre los núcleos más importantes de la isla como son la zona metropolitana La Laguna- Santa Cruz con el Aeropuerto del Sur y la zona turística de la isla Los Cristianos- Las Américas. Con este enlace quedarían conectadas con suficiente eficiencia las zonas de mayor afluencia de la isla consiguiendo los siguientes objetivos estratégicos:

- Reducir de manera importante los tiempos de trayecto entre las zonas más importantes de la isla como son el área metropolitana Santa Cruz/La Laguna, el aeropuerto del sur de Tenerife y la zona turística de mayor importancia, Los Cristianos/Costa Adeje.
- Mejora de las comunicaciones entre las zonas más amplias de residencia de la isla como es la zona metropolitana de Santa Cruz de Tenerife y La Laguna, y la zona con más influencia en oferta de trabajo como es la zona turística del sur.
- Permitir una circulación con la máxima eficiencia y comodidad.
- A efectos de reducción de los tiempos de viaje el trazado se ha diseñado para una velocidad de proyecto de 220 km/h.

En el presente proyecto se recoge la construcción del último tramo de esta red ferroviaria que comenzaría justo después de la llamada como “Montaña de Guaza” en el municipio de Arona. Y finalizaría en la zona de Torviscas Bajo en Costa Adeje, dentro del término municipal de Adeje.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
Adeje para el tren del sur.

1.1 Objeto del proyecto

En el siguiente proyecto se definirán las instalaciones de ventilación, baja tensión y contra incendio para el tramo de vía comprendido entre Los Cristianos y Adeje.

El recorrido total del tramo de vía objeto de este proyecto es el siguiente:

El trazado empieza en el P.K. 800 +000 y finaliza en el P.K. 805+396,255. El trazado se ha coordinado con el tramo 7.

Además del túnel ferroviario se ha previsto un segundo túnel (Galería de servicios) paralelo al túnel principal que se utiliza como salida de emergencia de éste y túnel de servicios. Se realizan un total de 14 conexiones entre túneles (una cada 400 metros). La distancia entre el eje del túnel principal y la salida de emergencia es de 30,2 m.

El proyecto empieza en el P.K. 800+000 en la Avenida Antonio Domínguez, en un punto de coordenadas ($x=331.384,709$ e $y=3.104.673,482$) Con cota de rasante 7,67. El trazado se desarrolla en línea recta hasta el P.K. 800+165,75, en donde gira hacia la derecha con un radio de 500 m hasta el P.K. 800+967,52.

Entre el P.K. 800+967,52 y el P.K. 803+375,40 el trazado es recto, girando a la izquierda con un radio de 2.600 m hasta el P.K. 805+166,02. A continuación el trazado es recto hasta el final del Proyecto en el P.K. 805+400.

El trazado con una cota de 7,67m, siendo la pendiente descendente del 0,2%. En el P.K. 801+376,96 se dispone un acuerdo cóncavo de $K_v = 23.529$. A continuación el trazado sube con una pendiente del 1,5% hasta el P.K. 804+111,949 en donde se dispone otro acuerdo cóncavo de $K_v = 22.000$. A partir de este último acuerdo la pendiente es del 3,5% hasta llegar a un acuerdo convexo de $K_v = 11.000$ en las proximidades del cruce con la TF-1. Finalmente se adopta una pendiente del 0,5% hasta el final del trazado.

Dentro de este recorrido se definirán las siguientes instalaciones:

- Baja tensión:
 - o Alumbrado general: Alumbrado general de la vía que se encenderá al accionar un pulsador.
 - o Alumbrado de socorro: Alumbrado que permanece siempre encendido garantizando unas condiciones de luminosidad mínimas.
 - o Alumbrado de emergencia: Alumbrado que se activará en caso de emergencia o caída de la red.
 - o Tomas de corriente.
 - o Sistemas para garantizar la continuidad del suministro: grupo electrógeno, sistema de alimentación ininterrumpida.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
Adeje para el tren del sur.

- Centros de Transformación.
- Distribución de energía.

- Ventilación y extracción :
Se instalarán equipos para garantizar las condiciones de salubridad mínimas en el túnel.
- Protección contra incendios:
Diseño e instalación de la detección y extinción de incendios mediante una red hidráulica encargada de alimentar BIES e hidrantes.

Quedan fuera del alcance del proyecto:

- Programación del funcionamiento de equipos de vía, como pueden serlo paneles luminosos de señalización, semáforos, barreras de entrada, megafonía y todos aquellos equipos que puedan necesitar programación.
- Instalación eléctrica de media tensión: enganche de líneas de 20 KV hasta los centros de seccionamiento y medida.
- Redes de puesta a tierra.
- Red de saneamiento de líquidos, tanto drenaje de aguas como tratamiento de líquidos tóxicos.
- Control: Se realiza la instalación de los puntos de detección de incendios, pero no se define el control en este proyecto.
- Las instalaciones de los intercambiadores de Los Cristianos y Adeje, el ámbito de este proyecto abarca hasta los telescopios de entrada a las estaciones.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
Adeje para el tren del sur.

2 Normativa aplicada en el proyecto

Las normativas que se han aplicado para la elaboración de este proyecto han sido las siguientes:

- REAL DECRETO 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión. Reglamento electrotécnico para baja tensión e instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT 01a BT 51.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, del Ministerio de Ciencia y Tecnología. B.O.E.: Suplemento al nº 224, de 18 de septiembre de 2002
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. (BOE 28-marzo-2006).
- REAL DECRETO 635/2006, de 26 de mayo, sobre requisitos mínimos de seguridad en los túneles de carreteras del Estado.
- UNE-EN 62271-202:2007 Aparata de alta tensión. Parte 202: Centros de transformación prefabricados de alta tensión/baja tensión.
- UNE EN 50532:2011 Conjuntos compactos de aparata para centros de transformación (CEADS).
- REAL DECRETO 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07
- Autorización para el empleo de sistemas de instalaciones con conductores aislados bajo canales protectores de material plástico. Resolución de 18 de enero de 1988, de la Dirección General de Innovación Industrial. B.O.E.: 19 de febrero de 1988
- Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios, aprobado por R.D.1942/1993, de 5 de noviembre (BOE 14.12.1993, err. 07.05.1994)
- Orden de 16 de abril de 1998, sobre normas de procedimiento y desarrollo del R.D. 1942/1993, y se revisan el anexo I y los apéndices del mismo (BOE 28.04.1998).
- Decreto 16/2009 de 3 de febrero por el que se aprueban normas sobre documentación, tramitación y prescripciones técnicas relativas a instalaciones, aparatos y sistema contra incendios, instaladores y mantenedores de instalaciones

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
Adeje para el tren del sur.

3 Descripción de las instalaciones

Las instalaciones descritas en el presente proyecto se dividirán en tres partes.

- Electricidad: Instalación desde el centro de transformación, hasta las tomas de corriente y alumbrado.
- Ventilación y extracción: Ventilación para garantizar la salubridad dentro del túnel y extracción de humos y gases tóxicos.
- Protección contra incendios: Se dota al túnel de equipos de detección y extinción de incendios.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
Adeje para el tren del sur.

3.1 Electricidad, baja tensión.

La alimentación de las instalaciones eléctricas se realizará desde los diferentes centros de transformación situados en las zonas técnicas en los telescopios de acceso a estaciones en cada extremo del tramo. La acometida eléctrica para cada CT será doble. Desde cada uno de los centros de transformación se alimentarán las dos zonas en las que se ha dividido el túnel, una desde el P.K. 800+000 al P.K. 802+700 y otra desde el P.K. 802+700 al P.K. 805+400.

Los centros de transformación que se van a instalar cumplen todas las condiciones indicadas en la ITC-RAT 17 CONJUNTOS PREFABRICADOS DE APARAMENTA BAJO ENVOLVENTE AISLANTE HASTA 52 kV.

Los centros de transformación (C.T., de ahora en adelante) se ubicarán en los cuartos técnicos habilitados para ello los telescopios de entrada a las estaciones de Adeje y Los Cristianos (Véase con mayor detalle en los planos).

Se tratan de cuartos prefabricados de hormigón, a la orden el cumplimiento de las siguientes normas:

- UNE-EN 62271-202:2007 Aparamenta de alta tensión. Parte 202: Centros de transformación prefabricados de alta tensión/baja tensión.
- UNE EN 50532:2011 Conjuntos compactos de aparamenta para centros de transformación (CEADS).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

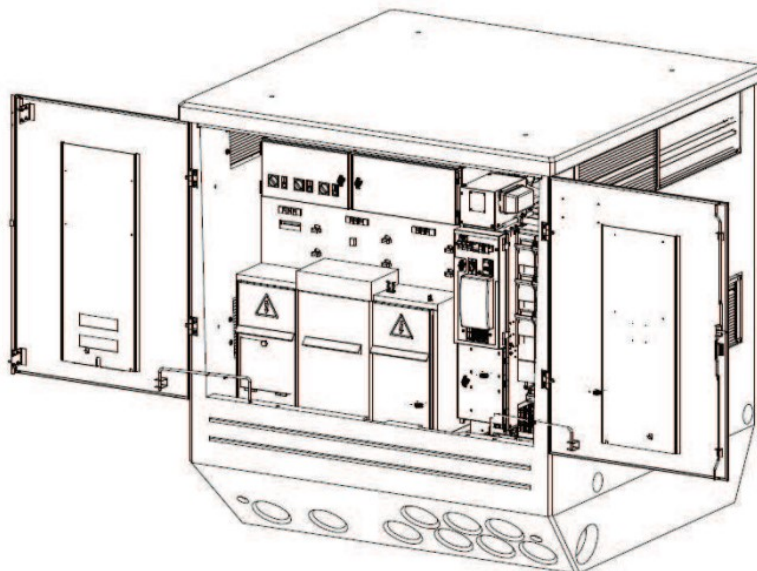
Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
Adeje para el tren del sur.



MODELO: PTE centro prefabricado de hormigón. Hasta 24kV

Figura 2: Armario prefabricado para el Transformador

El transformador que se instalará cumple todas las condiciones indicadas en la ITC-RAT 07 TRANSFORMADORES Y AUTOTRANSFORMADORES DE POTENCIA, incluyendo las prescripciones de pérdidas máximas de potencia y nivel sonoro máximo. Transformador de potencia tipo caseta de 1000 kVA, ubicado la parte trasera del edificio prefabricado; y a la orden con las siguientes normas (por garantía del fabricante):

- UNE-EN 60076-1:2013
- UNE-EN 60076-2:2013
- UNE-EN 60076-3:2002
- UNE-EN 60076-5:2008
- UNE-EN 50464-1:2010
- UNE 21428-1:2011
- UNE 21428-1-1:2011
- UNE 21428-1-2:2011

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
Adeje para el tren del sur.

- UNE-EN 50464-2-1:2010
- UNE-EN 50464-2-2:2010
- EN 50464-2-1. UNE-EN 50464-2-3:2010
- UNE-EN 50464-3:2010

El transformador cumple con las siguientes características:



Figura 3: Transformador seleccionado.

FABRICANTE: Schneider Electric España, S.A.

CARACTERÍSTICAS GENERALES:

- Transformador trifásico, 50 Hz
- En baño de aceite. Refrigeración natural de tipo ONAN (aceite).
- Herméticos y de llenado integral (con cuba elástica).
- Nivel de aislamiento hasta 24 kV.
- Devanados AT/BT en cobre.
- Devanado BT: arrollamientos en espiral, con conductor en banda aislado con papel epoxy entre espiras.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
Adeje para el tren del sur.



- Devanado AT: Bobinado tipo continuo por capas, intercalando aislante y canales de refrigeración.
- Circuito magnético de chapa de acero al silicio de grano orientado, laminada en frío y aislada por carlite.
- Aislamiento clase A.
- Tapa empernada sobre cuba.
- La protección superficial: revestimiento de poliéster.
- Temperatura ambiente máxima: 40 °C.

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS:

- Potencia Aparente asignada: 1000 kVA
- Tensión primaria asignada: 20 kV
- Tensión secundaria: 400 - 420 V (conmutador de cinco posiciones para la variación, sin tensión, de la relación de transformación.
- Bornas: tres bornas para AT (R + S + T) y cuatro para BT (R + S + T + N).
- Conexión: Dy-11
- Pérdidas en vacío: 750 W
- Pérdidas en carga a 75º: 8340 W
- Nivel de Potencia Acústica Lw(A): 50 dB
- Impedancia de cortocircuito (Zcc): 6!
- Caída de tensión a plena carga (cos $\phi = 1$): 1.22 V
- Caída de tensión a plena carga (cos $\phi = 0.8$): 4.47 V
- Rendimiento, carga 100% (cos $\phi = 1$): 98.82
- Rendimiento, carga 100% (cos $\phi = 0.8$): 98.53
- Rendimiento, carga 75% (cos $\phi = 1$): 99.04
- Rendimiento, carga 75% (cos $\phi = 0.8$): 98.80
- Rendimiento, carga 50% (cos $\phi = 1$): 99.20
- Rendimiento, carga 50% (cos $\phi = 0.8$): 99.00

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
 Adeje para el tren del sur.

- Rendimiento, carga 25% ($\cos \phi = 1$): 99.18
- Rendimiento, carga 25% ($\cos \phi = 0.8$): 98.98
- Pasatapas BT según norma UNE-EN 50386, con pieza de acoplamiento plana:



	Designación	A (mm)	F (mm)	E (mm)	H (mm)
	PAT 1e/3150	355	135	10	120

Figura 4: Pasatapas del transformador.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
 Adeje para el tren del sur.

Dimensiones del transformador:

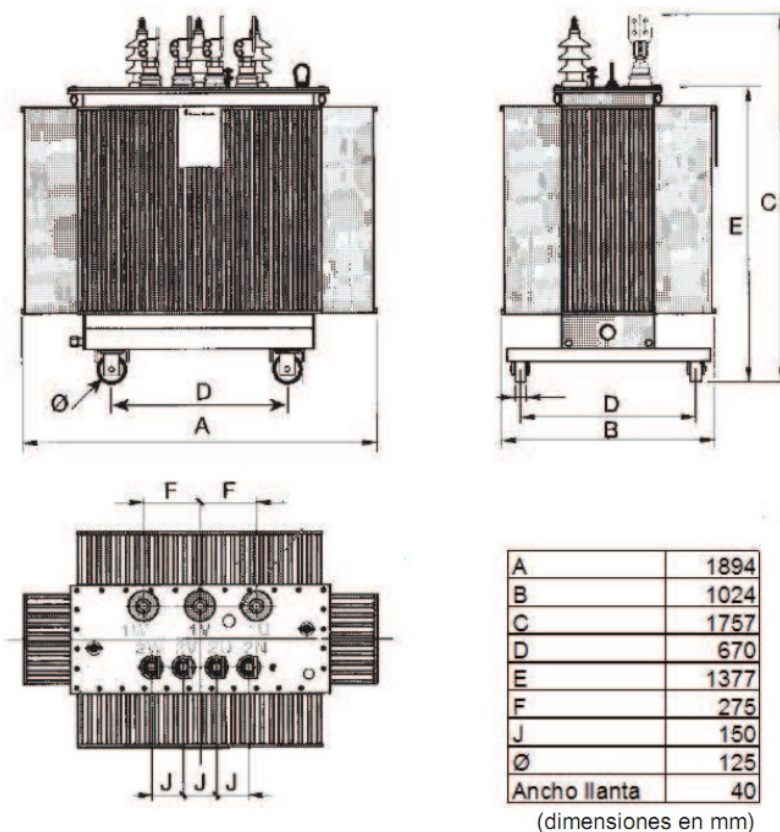


Figura 5: Dimensiones del transformador

VOLÚMENES Y PESOS:

- Peso total (kg): 2630
- Volumen líquido (l): 598
- Peso líquido (kg): 520
- Peso desencubar (kg): 1480

Cada Centro de Transformación alimentará a un cuadro general de baja tensión (CGBT) situado en cuarto anejo al CT, correspondiente a todos los servicios, y que tendrá una estructura bien diferenciada en tres sectores:

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
 Adeje para el tren del sur.



- Servicios no esenciales: Alumbrado general y de socorro, tomas de corriente y fuerza.
- Servicios esenciales: Alumbrado de emergencia, extinción (Cuadro del Grupo de Protección Contra incendios) y señalética de emergencia.
- Servicios esenciales de alimentación ininterrumpida: Detección de incendios y extracción de humos.

Alimentados por un sistema de alimentación ininterrumpida desde el cuadro general de baja tensión partirán las líneas que alimentan a todos los cuadros de SAI, de alimentación de equipos de la instalación y de los cuadros secundarios de alumbrado general y de emergencia situados en cada conexión de la galería de emergencia con el túnel de circulación. La instalación constará de dos acometidas eléctricas independientes de manera que en el caso de fallo del centro de transformación o suministro de la compañía de distribución eléctrica, la alimentación de los servicios críticos o esenciales (alumbrado de emergencia, ventilación) se realizará desde un grupo electrógeno con una conmutación automática para alimentación de servicios críticos.

Las necesidades de potencia del grupo electrógeno son las siguientes:

$$P = 341 \text{ kW}, S = 352 \text{ kVA}$$

Por decisión propia del proyectista, se ha decidido que, para evitar que el grupo se quede sin fuerza al arrancar con toda la carga, la potencia sea del doble de la necesaria. Por lo tanto, las condiciones de potencia mínimas del grupo serán las siguientes:

$$P = 682 \text{ kW}, S = 704 \text{ kVA}$$

Las características del grupo electrógeno que se ha elegido son las siguientes:

Fabricante	Himoinsa ®
Modelo	HRMW-615 T6
Potencia Activa (kW)	689
Potencia Aparente (kVA)	761
Generador	Síncrono
Régimen de funcionamiento (r.p.m.)	1800
Tensiones (V)	400/230
Consumo de combustible (l/h)	149.91
Tipo de combustible	Diesel
Volumen depósito (l)	2380
Caudal gases de escape (m3/min)	132

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
Adeje para el tren del sur.

Dimensiones y peso:



Largo (L)	5000 mm
Alto (H)	2714 mm
Ancho (W)	2104 mm
Peso (depósito vacío)	7476 kg



Figura 6: Grupo Electrónico

El funcionamiento del grupo será en modo ESP*.

*Emergency Standby Power (ESP): Según la norma ISO 8528-1:2005, es la potencia máxima disponible para empleo bajo cargas variables en caso de un corte de energía de la red o en condiciones de prueba por un número limitado de horas por año de 200h entre los intervalos de mantenimiento prescritos por el fabricante y en las condiciones ambientales establecidas por el mismo.

Certificación de calidad con marcado CE, que incluye las siguientes directivas:

- 2006/42/CE Seguridad de Máquinas.
- 2006/95/CE de Baja Tensión.
- 2004/108/CE de Compatibilidad Electromagnética.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
Adeje para el tren del sur.



- 2000/14/CE Emisiones Sonoras de Máquinas de uso al aire libre.
- EN 12100, EN 13857, EN 60204

El suministro de combustible se llevará a cabo mediante el propio depósito que el grupo incluye. Con los datos del grupo electrógeno de consumo de combustible y de capacidad del depósito, se puede hacer una estimación del tiempo de autonomía:

$$t = 2380 \text{ l} / 149.91 \text{ l/h} = 15.87 \text{ horas}$$

Aunque en realidad ese tiempo será algo menor, 15 horas es más que suficiente para que los servicios de emergencia actúen y se tomen las decisiones adecuadas para la seguridad de las personas.

En el mismo recinto que el grupo electrógeno, se instalará una batería de condensadores para la corrección del factor de potencia de la instalación. Ésta se conectará al cuadro de baja tensión, como una carga más, para un mejor funcionamiento del grupo electrógeno.

La Potencia Reactiva Total de la instalación por cada grupo electrógeno (QT), teniendo en cuenta la simultaneidad, es la siguiente:

$$QT = 252.7 \text{ kVA}$$

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

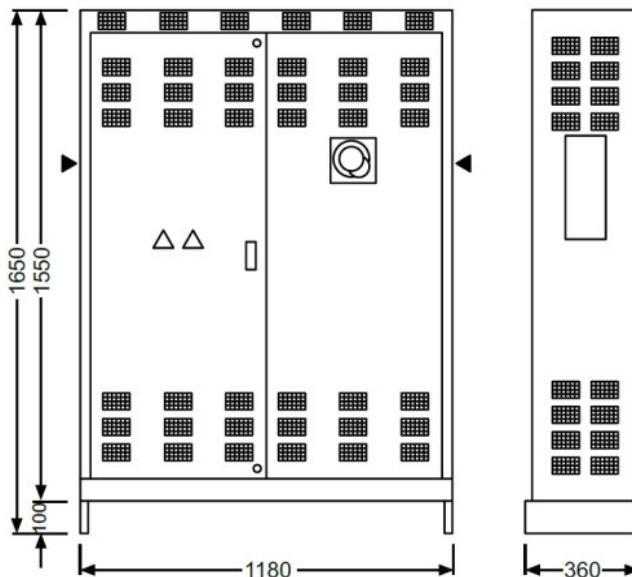
Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
 Adeje para el tren del sur.

Se ha elegido una batería de condensadores con las siguientes características:



Fabricante	CIRCUTOR
Modelo	OPTIM 8-360-400
Potencia Reactiva (kVAr)	450
Tensiones (V)	400/230
Dimensiones Armario (mm)	1180 × 1650 × 360
Peso (kg)	240

Figura 7: Batería de condensadores

Los equipos de mando y control pertenecientes a los sistemas de seguridad del túnel (detección de incendios) deberán estar protegidos contra sobretensiones y disponer de Sistemas de Alimentación Ininterrumpida (SAI), que aseguren la continuidad del suministro eléctrico de los siguientes equipos:

- Iluminación de los túneles: Alumbrado de Emergencia.
- Alimentación del grupo electrógeno.
- Detectores de humo e incendio.

Para estas alimentar estas cargas, las potencias necesarias son las siguientes:

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
 Adeje para el tren del sur.

P = 53.0 kW S = 58.5 kVA

En cada cuarto de grupo electrógeno se instalarán dos módulos con las siguientes características:



Fabricante	ABB
Modelo	PowerScale 50 kVA
Máxima Potencia de salida (kW)	45
Potencia Aparente (kVA)	50
Tensión de Entrada (V)	400/230
Tensión de Salida (V)	400/230
Rendimiento (%)	95.5
Capacidad de la batería (Ah)	48 x 28
Dimensiones Armario (mm)	440 x 1400 x 910
Peso (kg)	155

Figura 8: Módulo SAI

La distribución principal que discurrirá por la galería de emergencia y el túnel principal desde el CGBT a los cuadros secundarios de alumbrado general (CS) y de emergencia (CE) será a través de bandejas metálicas tipo Pensa Rejiband.

El alumbrado del túnel y de las galerías de emergencia está diseñado de forma que garantiza los niveles mínimos exigidos para los diferentes tipos de dependencias siendo el sistema de distribución en el túnel el adecuado para el equipo de los servicios de rescate.

Se establecerán tres tipos de alumbrado:

- Alumbrado general: Se encontrará generalmente apagado hasta que se accione uno de los pulsadores a la hora de que el personal de mantenimiento deba acceder a una de las zonas de trabajo.
- Alumbrado de Emergencia: corresponde al alumbrado para la iluminación en el túnel y salidas de emergencia y en caso de fallo del suministro normal de red.
- Alumbrado de Socorro: corresponde al alumbrado autónomo que garantiza un nivel de iluminación mínimo en el túnel, las salidas de emergencia y vías de evacuación.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

*Instalaciones del túnel Los Cristianos-
Adeje para el tren del sur.*



Los dispositivos de alumbrado normal y de emergencia, se instalarán en el túnel de circulación y galería de emergencia cada 5m en ambos hastiales de manera que se obtengan 20 luxes como mínimo en el túnel y para zonas técnicas se instalarán luminarias para obtener unos niveles entre 300-500 lux.

En el túnel principal y galería de servicios se instalarán equipos de iluminación autónomos de socorro cada 7 luminarias de alumbrado general en ambos hastiales, además de en zona técnicas, de manera que la luminancia será uniforme y mínimo de 3 lux al nivel de la zona de evacuación y de 5 lux en los puntos en que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución de alumbrado, si bien es recomendable al menos 5 lux de luminosidad en todo punto de las rutas de evacuación.

La instalación de fuerza del túnel y galería de emergencia está constituida por una línea de alimentación eléctrica (3P+N+T), sus elementos de protección y tomas múltiples corriente para 220/380V.

La alimentación se realizará a través de líneas eléctricas independientes, una para cada hastial y que permitan garantizar una simultaneidad de la utilización de las tomas de corriente y una potencia de 10 Kva por toma y línea.

Las puestas a tierra se establecerán con objeto de limitar la tensión que con respecto a tierra pueden presentar en un momento dado las masas metálicas (barandillas, instalación eléctrica, etc.), asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en el material utilizado. Las puestas a tierra están reguladas por la ITC-BT-18 del RBT.

De acuerdo con la normativa ITC-BT-19, los conductores de protección serán independientes por circuito estarán canalizados preferentemente en envolvente común con los activos, dimensionándose de acuerdo a la normativa.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
Adeje para el tren del sur.

3.2 Alumbrado

Debido a la longitud tanto de la galería de servicios como del túnel principal, y dado que se encuentra soterrado en todo su recorrido debemos llevar a cabo una instalación de alumbrado por todas las zonas objeto de este proyecto previendo unos niveles de oscuridad total en todas sus zonas.

Los tipos de alumbrado que trataremos en este proyecto son los anteriormente descritos:

- Alumbrado general: Alumbrado general de la vía que se encenderá al accionar un pulsador.
- Alumbrado de socorro: Alumbrado que permanece siempre encendido garantizando unas condiciones de luminosidad mínimas.
- Alumbrado de emergencia: Alumbrado que se activará en caso de emergencia o caída de la red.

El alumbrado general será el que se activará cuando un trabajador u otra persona por necesidad lo active mediante los pulsadores localizados en todas las salidas de emergencia y entradas a túnel por necesidades de trabajo o por cualquier motivo por el que se necesite transitar las zonas de servicio o túnel principal. Estas luminarias estarán instaladas cada 10 metros alternadas con el alumbrado de socorro autónomo, cada 5 metros, que será de menos intensidad, pero permanecerá siempre encendido para garantizar unos niveles de visibilidad mínimos.

Las luminarias que se han elegido para cumplir con las necesidades exigidas de luminosidad para el alumbrado general son las siguientes:

- Philips BVP506

Flujo luminoso (Lámpara): 18108 lm
Potencia de la luminaria: 190.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 41 76 97 100 70
Lámpara: 1xEco181-2S/657 DW
(Factor de corrección 1.000).



Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

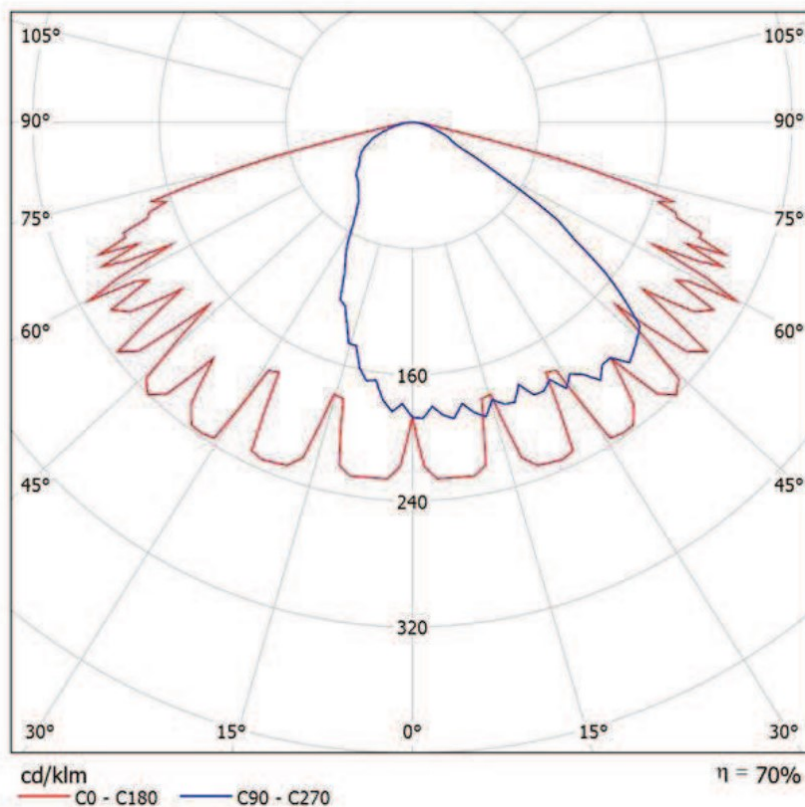
Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

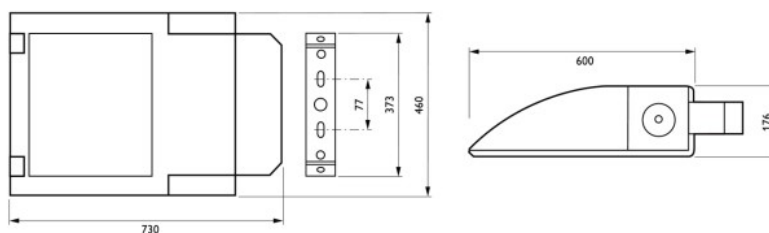
2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
 Adeje para el tren del sur.

-Emisión de luz:



-Dimensiones:



Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

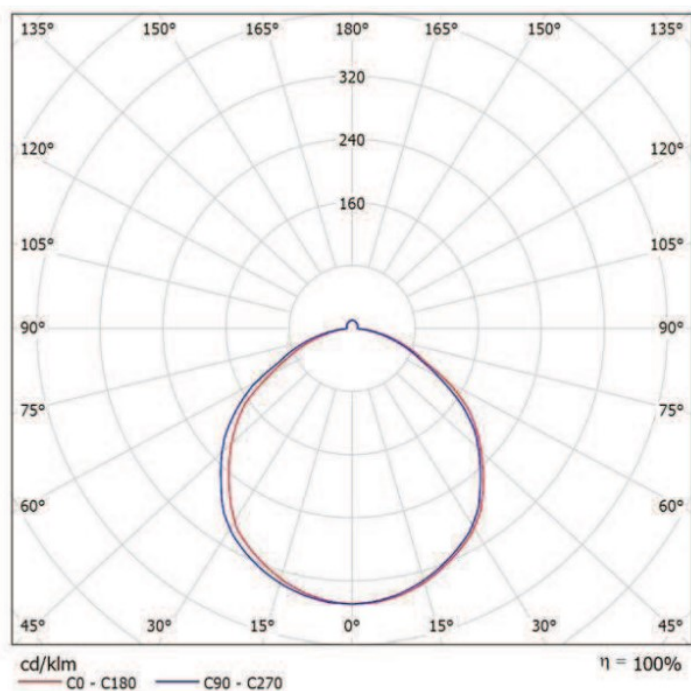
Instalaciones del túnel Los Cristianos-
 Adeje para el tren del sur.

El alumbrado de socorro autónomo, como hemos explicado con anterioridad, será el alumbrado encargado de dar permanentemente unas condiciones de visibilidad mínimas tanto en el túnel principal como en la galería de emergencias. Estas luminarias se colocaran una cada 10 metros e intercaladas con las luminarias de alumbrado general cada 5 metros. Para este tipo de alumbrado se ha elegido la luminaria Legrand URA21LED:

Flujo luminoso: 200 lm
 Potencia de la lámpara: 9.0 W
 Consumo máximo: 21.0 W
 Lámpara: 4 LED
 Autonomía: 1h
 Modo de funcionamiento: Permanente



-Emisión de luz:



Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

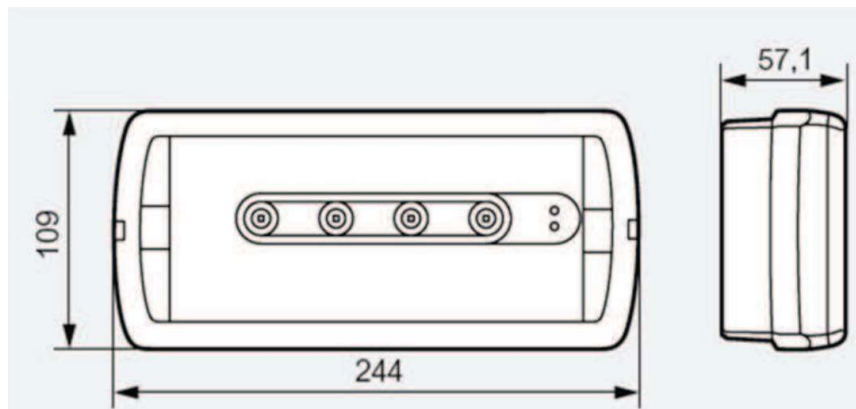
Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
 Adeje para el tren del sur.

-Dimensiones:

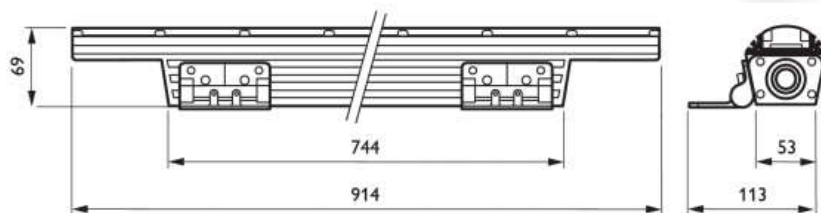


El alumbrado de emergencia es aquel que se activará en caso de incendio o de fallo en el suministro, este alumbrado es el encargado de garantizar unas condiciones de visibilidad mínimas para la evacuación y uso de equipos contra incendio. Estarán instaladas cada 30 metros. Para este alumbrado se ha elegido el modelo Philips MX Powercore BCS419:

Flujo luminoso (Lámpara): 2700 lm
 Potencia de la luminaria: 45.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 71 80 98 120 94
 Lámpara: 1 x LED-HB-30x60--2700
 (Factor de corrección 1.000).



- Dimensiones:



Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

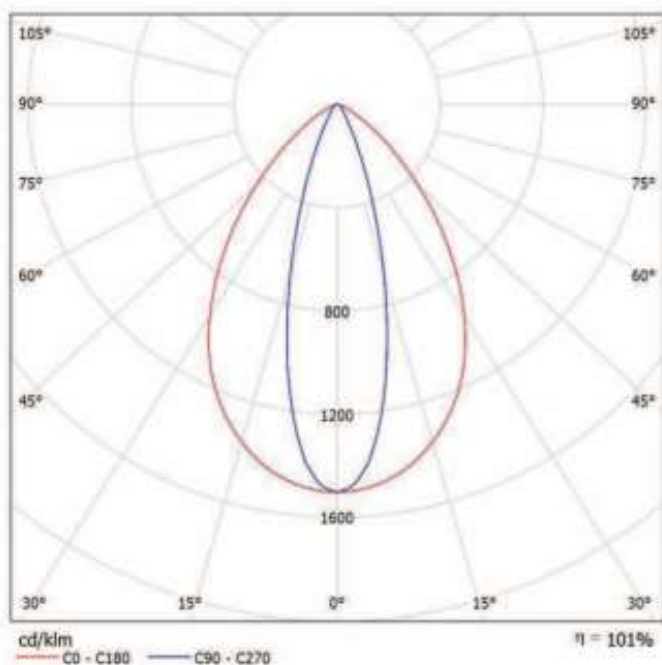
Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

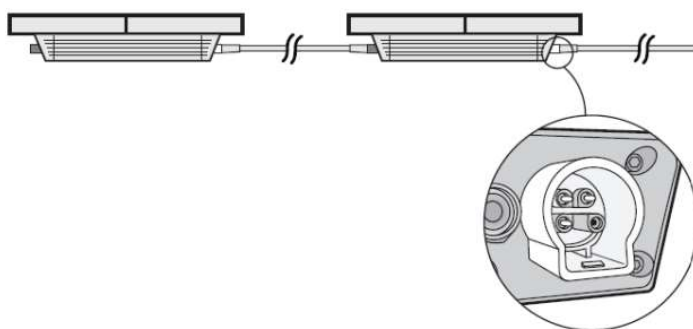
Instalaciones del túnel Los Cristianos-
 Adeje para el tren del sur.

- Emisión de luz:



- Montaje:

Este tipo de luminaria viene preparada para un montaje en serie. La línea de alimentación se llevará hasta la primera luminaria, y a partir de esa se conectarán el resto, como se muestra en la imagen



Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
Adeje para el tren del sur.

3.3 Ventilación y extracción.

Se prevé la instalación de un sistema de ventilación forzada en el nuevo túnel, tanto para renovar el aire en su interior en condiciones normales de funcionamiento como para extraer el humo producido por un posible incendio. El caudal de aire a regenerar es de unos 175 m³/s por cada túnel, debemos recordar que la galería de emergencias y servicios cuenta con más estanqueidad pero el túnel general con más volumen, por lo que estimamos el mismo caudal de aire a regenerar para ambos. Debido al gran caudal necesario, la solución por la que se ha optado es la de cuatro ventiladores en cada pozo, distribuidos en forma cuadrangular. Por lo tanto, el caudal de cada ventilador deberá ser igual o superior a:

$$QN = QS = 175 \text{ m}^3/\text{s} * 3600 \text{ s/h} = 630000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q = 630000 \text{ m}^3/\text{h} / 4 = 157500 \text{ m}^3/\text{h}$$

Los ventiladores serán cuatro idénticos para cada pozo, marca SODECA®, modelo THT - 160- 6T / 6 - 50 de 170700 m³/h de caudal máximo y 37 kW de P_{máx}

Esto hace un total de 682800 m³/h = 189.7 m³/s > 175 m³/s

VENTILADOR SODECA THT



Extractores helicoidales tubulares con carcasa corta, para trabajar inmersos en zonas de riesgo de incendios 400°C/2h. THT/ATEX: con certificación ATEX categoría 3 Ex II3G. De acuerdo R.E.B.T. Itc 29 ATEX para aparcamientos clasificados Zona 2.

Motores clase H, uso continuo S1 y uso emergencia S2, con rodamientos a bolas, protección IP55, de 1 ó 2 velocidades según modelo Trifásicos 30/400V.-50Hz.(hasta 4CV.) y 400/690V.-50Hz.(potencias superiores a 4CV.)

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
 Adeje para el tren del sur.

MODELO: THT - 160 - 6T / 6 - 50	
NÚMERO DE POLOS:	6
VELOCIDAD (rpm):	980
DIÁMETRO DE HÉLICE (cm):	160
NÚMERO DE PALAS:	6
ÁNGULO DE PALAS (º):	26
CAUDAL (m ³ /h):	170700
POTENCIA INSTALADA MÁXIMA (kW):	37
INTENSIDAD MÁXIMA A 400 V (A):	66,4
INTENSIDAD MÁXIMA A 690 V (A):	38,3
NIVEL DE PRESIÓN SONORA (dB):	91
PESO APROXIMADO (kg):	650

El funcionamiento de estos dos pozos de ventilación es el siguiente, mientras un pozo se encarga de introducir aire en el túnel principal, el otro estará funcionando extrayendo el mismo del túnel. De esta manera se asegura que la calidad del aire en el interior del túnel sea la adecuada.

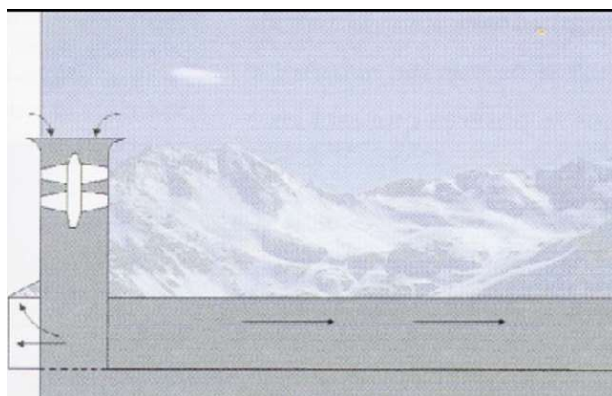


Figura: Pozo de ventilación, impulsión de aire al túnel principal.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
Adeje para el tren del sur.

 Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología
Universidad de La Laguna

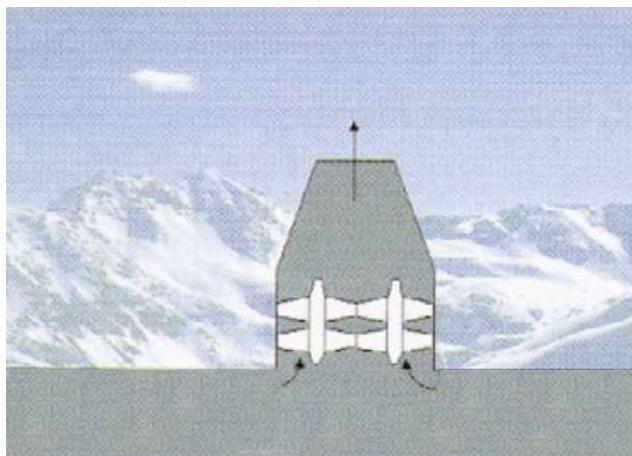


Figura: Pozo de ventilación, extracción de aire del túnel principal

En la zona de los telescopios (para ambas estaciones, Los Cristianos y Costa Adeje) se ubicarán dos pozos situados en la zona adyacente a la estación y en la zona más cercana al túnel principal con cuatro ventiladores reversibles. El funcionamiento de los pozos de ventilación siempre será antagónico, de esta manera se asegura que mientras por uno de los pozos del telescopio entra aire de renovación por el otro pozo se producirá la expulsión del aire del interior del telescopio.

En la galería de emergencia se ubicará un pozo en cada extremo de la misma con cuatro ventiladores reversibles en cada uno de ellos. Su misión será extraer el humo del interior de la galería tanto en modo de funcionamiento normal como en caso de incendio, y tanto para la zona superior de instalaciones como para la inferior de evacuación de personas.

Para finalizar con el sistema de ventilación del túnel se debe comentar que entre el túnel principal y la galería de emergencia existen pasillos cada 400m de interconexión para evacuación en caso de incendio.

Se estima que con esta disposición de los equipos mencionados de ventilación y extracción será suficiente para garantizar los niveles mínimos de salubridad en los túneles objeto de este proyecto y que no debería producirse generación importante de CO₂ ya que no está prevista la normal circulación de vehículos con motores de combustión interna. A su vez, el simple paso de los trenes garantiza un movimiento de aire que impide la estancamiento del aire en el interior de los túneles.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
Adeje para el tren del sur.

3.4 Protección contra incendios

3.4.1 Detección

El objetivo del sistema de detección de incendios es detectar y comunicar rápidamente la presencia y localización de un incendio para extinguirlo antes de su desarrollo y propagación.

En el túnel principal se establecerá un sistema de detección formado por un sistema lineal con cable de fibra óptica (fibroláser) tendido a lo largo de todo el tramo que dará la señal de incendio a la Central de Detección y realizará la activación de las señales de aviso.

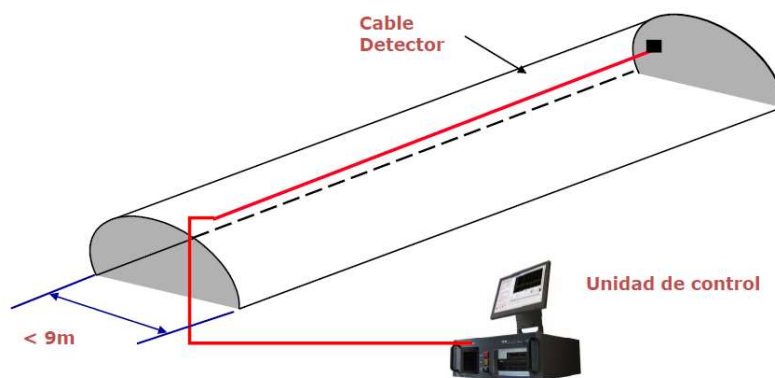


Figura: Cable detector de incendios.

La resolución del cable térmico para túneles largos viene dada por la siguiente curva:

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

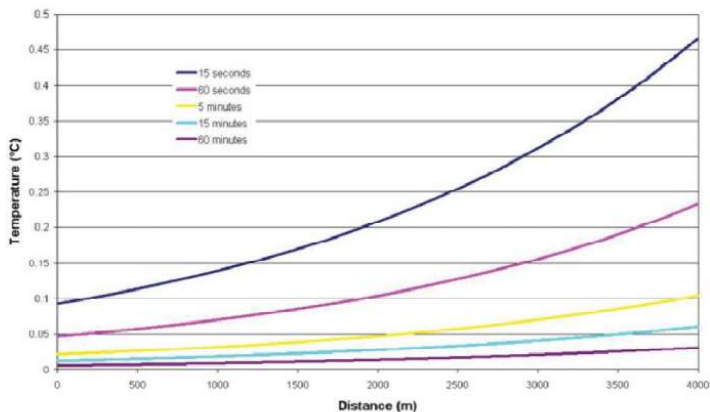
Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
 Adeje para el tren del sur.



Respuesta del sistema en función de:

- Distancia en m
- Resolución en Temperatura

Figura: Respuesta del cable térmico en función de la distancia y la resolución en temperatura

En las galerías de evacuación, conexión y galerías/cuartos técnicos la detección de incendios se realizará mediante detectores de incendios distribuidos por toda la instalación. Los detectores a instalar, que serán en número suficiente para cumplir las superficies y distancias mínimas por detector, serán preferentemente del tipo óptico de humos, excepto en las zonas donde estos puedan ser causa de falsas alarmas (lugares habitualmente con humos, con bajas temperaturas, etc.).

Como sistema de seguridad extra de detección de incendios y para señalar la presencia de un incendio en su estado inicial se comprende la instalación de pulsadores de alarma en los armarios dónde irán instaladas las BIEs cada 50 metros.

Los sistemas de alarma se instalarán en las salidas de emergencia de los túneles y en las galerías de evacuación y conexión y serán acústicos y/o acústico-ópticos (zona con alto nivel de ruido) siendo su nivel sonoro y óptico suficiente para que puedan ser percibidas en cada sector de incendios en la que se encuentran instaladas (las señales acústicas deben tener un nivel sonoro superior al ambiental y no se recomiendan las señales acústicas cuando el ruido ambiental sea excesivamente alto 60db).

Todos los elementos de campo estarán unidos a la Central de Detección Automática de Incendios que será la encargada de realizar (manual o automáticamente) todas las acciones pertinentes tales como la activación de alarmas, marcha/paro de equipos, etc., en función de la señal que reciban de los detectores y/o pulsadores manuales.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
Adeje para el tren del sur.

2.3.2 Extinción de incendios

Para la extinción de incendios en el túnel se ha previsto una completa red de extinción para mayor seguridad y debido a la dificultad del aporte de agua a instalaciones subterráneas, de manera que se integra por una red de BIEs y una red de hidrantes alimentadas por un grupo de bombeo.

La extinción de incendios en las galerías de conexión y de evacuación se realizará mediante una red de bocas de incendios equipadas (BIE) de Ø25 con mangueras de 25 metros. La red de BIES también se dispondrá en el túnel principal, siempre deberá existir una BIE y un equipo de protección individual (EPI) a menos de 5m de cada una de las salidas de emergencia. Se instalará en el túnel principal una BIE cada 50 metros de manera que se pueda llegar a cualquier punto con una de las mangueras disponibles, a su vez cada 200 metros se instalará un punto hidrante.

Se instalará un armario empotrado para cada BIE en el que se incluye un extintor, pulsador de alarma.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
 Adeje para el tren del sur.



Ribö R **KOMTES**
CONJUNTO NEW CHESTER

Conjunto modular de superficie formado por 3 piezas.
 Se pueden combinar tanto en vertical como en horizontal.
 Armarios para BIE-25, para extintor y un módulo técnico.

ARMARIO SUPERIOR NEW CHESTER

- Devanadera de alimentación axial fija, sistema de fácil orientación RY-GO Chesterfine 25/3
- 20m de manguera semirígida ALFLEX de 25mm según norma UNE 23091/3A (UNE EN-694)
- Válvula de bola PN 25 en latón cromado con volante desmultiplicador reductor de par de accionamiento
- Manómetro escala 0-16kg/cm²
- Lanza multibefecto Viper VTE-1550 de 25mm AB5
- Cerradura de resbalón en plástico
- Pintura poliéster RAL 3000 Devanadera
- Dimensiones: 750x600x195mm (AltoxAnchoxFondo)

ARMARIOS INFERIORES NEW MR3 Y NEW MR4

- Armario para extintor de 6kg polvo o 2kg CO₂
- Dimensiones: 750x350x195mm (AltoxAnchoxFondo)
- Armario con troquelado para pulsador y sirena
- Dimensiones: 750x250x195mm (AltoxAnchoxFondo)
- (Extintor y elementos de detección no incluidos)

OPCIÓN:

- Toma superior
- Toma lateral
- Toma adicional 45 compuesta por:
 Válvula 45 con racor Barcelona
 TE 1 1/2" (HxHxH)
 Contra rasca 1 1/2" (MxN)
 Reducción 1 1/2" (M)
- Marco embellecedor para montaje empotrado

 BIE con certificado CE según norma Europea EN-671/1

Ribö 

Figura: Armario BIE+Extintor+Pulsador

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
 Adeje para el tren del sur.

Como medio adicional de extinción en el túnel se establece la instalación de una red de hidrantes instalados a lo largo del túnel a una distancia de 200 metros (y/o en cada salida de emergencia) conectada la red de BIE.

La distribución de agua se realizará a través de tuberías de polipropileno reticulado Aquatherm red pipe, que abastecerán la red de BIEs y los hidrantes de forma simultánea de sección 4" para la red general, de 1" cuando tenga que alimentar a una BIE y de 1 ½ " cuando tenga que alimentar BIE e hidrante.

Se ha elegido tubería a PPR ya que presenta unas grandes ventajas frente el acero negro como son la rapidez de instalación, y eliminamos el riesgo de corrosión que presenta el acero negro en instalaciones con trabajo a presión.

Las características de la tubería elegida son las siguientes:



FICHA TÉCNICA

aquatherm red pipe MF [Serie 3.2 / SDR 7.4]

DEFINICIÓN
 Tubería de polipropileno copolímero random, compuesta con capa intermedia de fibra de vidrio (MF), clasificación de reacción al fuego, según Norma UNE EN 13501-1, B s1 d0, en color rojo y franjas verdes, fabricada según UNE EN-ISO 15874 y homologada, entre otros por FM y Documentos de Idoneidad Técnica DIT 526/09 para instalaciones de rociadores automáticos y DIT 592/12 para BIEs.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÁNICAS

• Coeficiente de transmisión térmica,	$\lambda = 0,15 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$
• Coeficiente de dilatación térmica,	$\alpha = 0,035 \text{ mm/m}^{\circ}\text{C}$
• Clasificación de Reacción al fuego	B s1 d0 (UNE-EN ISO 13501-1:2007)
• Difusión de oxígeno	$I(O_2)_{en \text{ volume}} = 0,81 \text{ g/(m}^2\text{d)}$
• Rugosidad interior	$r = 0,0070 \text{ mm}$
• Accesorios	PP-R FS
• Sistema de unión	Soldadura por termofusión

DN20 DN25 DN32 DN40 DN50 DN63 DN75 DN90 DN110 DN125 DN160

SOLDADURA A ENCHUFE **SOLDADURA A TOPE**

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
 Adeje para el tren del sur.

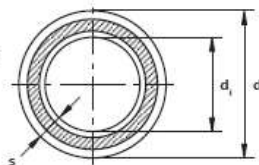
DIMENSIONES

Material: PP-R FS
 Serie: SDR 7,4
 Suministro: Barras de 6 m
 Color: Rojo con 4 granjas verdes

Homologaciones:

En falsos techos:
 25 mm bis 75 mm (DN15 - DN50)

En hormigón:
 25 mm bis 125 mm (DN15 - DN90)
 y accesorios en las dimensiones correspondientes.



aquatherm red pipe - Tubería Serie 3,2 / SDR 7,4 / B1

Art.-Nr.	Dimensión	DN	Uds./paquete	Diámetro d [mm]	Espesor pared s [mm]	Diám. int. d _i [mm]	Caudal [l/m]	Peso [kg/m]
4170708	20 x 2,8 mm	10	120	20	2,8	14,4	0,152	0,163
4170710	25 x 3,5 mm	15	120	25	3,5	18,0	0,236	0,254
4170712	32 x 4,4 mm	20	60	32	4,4	23,2	0,379	0,423
4170714	40 x 5,5 mm	25	60	40	5,5	29,0	0,590	0,661
4170716	50 x 6,9 mm	32	30	50	6,9	36,2	0,919	1,029
4170718	63 x 8,6 mm	40	30	63	8,6	45,8	1,444	1,647
4170720	75 x 10,3 mm	50	18	75	10,3	54,4	2,054	2,324
4170722	90 x 12,3 mm	65	12	90	12,3	65,4	2,943	3,359
4170724	110 x 15,1 mm	80	6	110	15,1	79,8	4,403	5,001
4170726	125 x 17,1 mm	90	6	125	17,1	90,8	5,669	6,475
4170730	160 x 21,9 mm			160	21,9	116,2		

De cara a mantener las condiciones de presión y caudal requeridas para el sistema de protección contra incendios se instalará un equipo de bombeo automático en la zona técnica en el telescopio anejo a la estación de Los Cristianos y otro en el de Adeje. El equipo de bombeo estará compuesto por una bomba eléctrica, una bomba diésel y una bomba jockey para el mantenimiento de presión en la red frente a las pérdidas normales en el sistema. La instalación de la bomba diésel es una decisión propia del proyectista que implementa a la bomba eléctrica por razones de seguridad, asegurando siempre el suministro de caudal y presión exigido en la red.

El equipo de bombeo a instalar estará formado por una bomba principal, con motor eléctrico del 100% de capacidad, una bomba diésel 100% de capacidad y una bomba Jockey de mantenimiento de presión de la red, acordes a Norma UNE EN 12845.

Además de ello, dispone de doble abastecimiento eléctrico, al disponer de suministro de red y de grupo electrógeno.

Las características del nuevo equipo de bombeo, serán:

Q= 250 m³/h

P= 75 m.c.a.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

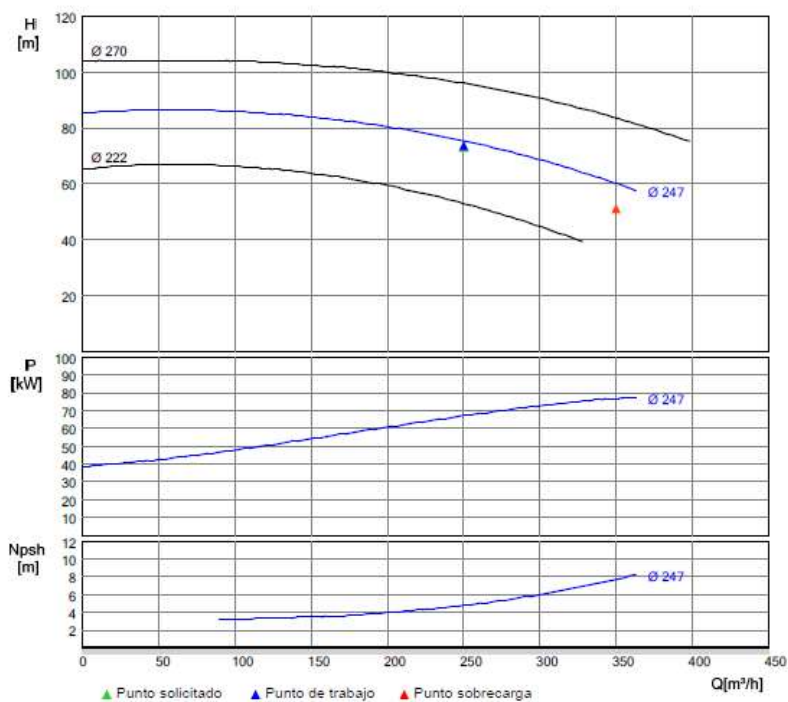
2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
 Adeje para el tren del sur.

Potencia bomba jockey: 1,5 KW

Potencia bomba diésel: 104,8 KW

Potencia bomba principal: 90 KW



Datos de trabajo solicitados			Datos punto de trabajo proporcionado		
Caudal	250,00	m ³ /h	Caudal	250,00	m ³ /h
H.M.T.	75,00	m.c.a.	H.M.T.	75,36	m.c.a.
Velocidad nominal	50 Hz		Potencia absorbida	67,08	kW
R.p.m.	2900		NPSH requerido	4,76	m.c.a.
Tipo de fluido	Agua dulce limpia		Rendimiento	76,39	%
Temperatura fluido	Ambiente, 20°C		R.p.m.	2900	
Aspiración	En carga		Diámetro del impulsor	247	mm
Datos punto sobrecarga proporcionado			Datos de componentes		
Caudal	350,00	m ³ /h	Bomba jockey	CVM B/25	Intensidad 4,50 A
H.M.T.(mínima)	52,75	m.c.a.	Caudal jockey	3,60	m ³ /h
Potencia absorbida	76,80	kW	H.M.T. jockey	86,55	m.c.a.
NPSH requerido	7,69	m.c.a.	Ø aspiración jockey	1 1/4"	
Rendimiento	65,39	%	Ø colector impulsión	200	
Potencia motor selec.	90,00	kW	Depósito hidroneumático	2 x 24/16	l/bar
Intensidad motor selec.	155,00	A	Potencia motor diésel	95,00	kW

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

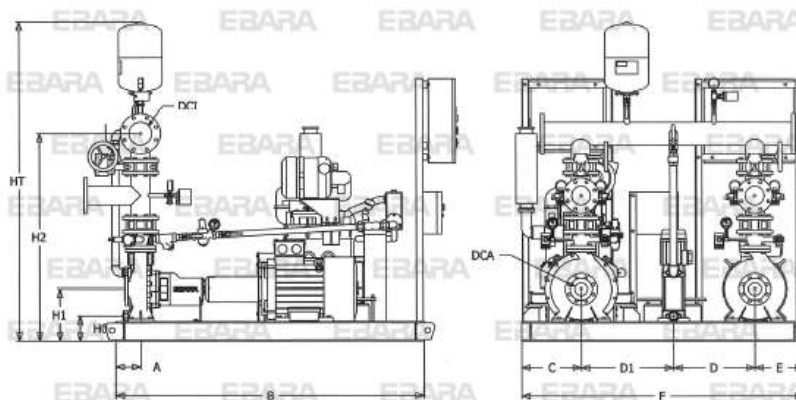
Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
 Adeje para el tren del sur.



* Dimensiones aproximadas, orientativas, sólo para cotización (no válidas para implantación definitiva)

Dimensiones grupo de presión contra incendios (mm)

A	160	C	370
B	2500	D	550
H0	175	E	350
H1	420	F	1840
H2	1520	D1	570
HT	2230	DCA	125
		DCl	200

El suministro de agua se realizará desde la red de abastecimiento municipal que abastecerá a un aljibe enterrado de 120m³ para asegurarse el suministro y que enlazará con el grupo de bombeo. Se realizará un by-pass en el colector de impulsión del grupo para permitir el abastecimiento alternativo de la red directamente o pasando por el grupo de bombeo. Del colector de impulsión parte la red que abastecerá a los hidrantes y a las BIE existentes.

Por último, tanto en el túnel en el armario de las BIEs, las salidas de emergencia y los pozos de ventilación se instalarán extintores manuales de polvo polivalente. Además, en todas las galerías/cuartos técnicos y de riesgo alto se dispondrá de un extintor en función del tipo de riesgo.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
Adeje para el tren del sur.

4 Plazo y diagrama de ejecución

Las instalaciones descritas en el presente proyecto no deberán superar un tiempo de ejecución superior a las 12 semanas desde el comienzo de los trabajos auxiliares necesarios para las instalaciones de baja tensión PCI y ventilación.

La obra queda planificada según el siguiente diagrama de ejecución:

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
 Adeje para el tren del sur.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Trabajos auxiliares: Apertura de huecos, canalizaciones etc...												
Conexión de centros de transformación												
Instalación Baja tensión												
Iluminación												
Ventilación-Extracción												
Detección Contra Incendios												
Extinción												
Pruebas y puesta en marcha												

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
Adeje para el tren del sur.

2 MEMORIA JUSTIFICATIVA

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
 Adeje para el tren del sur.

1 CALCULOS ELÉCTRICOS

A. Potencia Total de la instalación

Se ha realizado una previsión de cargas cuyos principales datos de potencia son los siguientes:

- Potencia instalada: Pints = 1057.47 kW
- Potencia simultánea: Psim = 528.73 kW
- Coeficiente de simultaneidad: CS ≈ 0.5
- Potencia admisible: Padm = 997.7 kW

La Padm se ha calculado con el valor del calibre del interruptor general (1600 A) y suponiendo un $\cos \phi = 0.9$, aunque se sabe que este valor será mayor debido a la corrección del factor de potencia de la batería de condensadores. En cualquier caso, la: Padm siempre será mayor que la Psim.

A continuación se muestra la tabla con la cantidad y las potencias de todos los elementos que se instalarán.

Elemento	Cantidad	Potencia por elemento	Potencia total	FDP	Tipo
Luminaria de Alumbrado general modelo Phillips BVP 50	1080	190	205200	0,9	F+N
Luminaria de Alumbrado de socorro autónomo modelo Legrand URA21LED	1080	21	22680	0,9	F+N
Luminaria de Alumbrado de emergencia phillips BCS419	320	45	14400	0,9	F+N
Ventilador THT - 160 - 6T / 6 - 50	16	37000	592000	0,7	3F+N
Detector humo (óptico)	620	0,72	446,4	0,9	F+N
Cable detector de incendios	1	13000	13000		
Grupo electrógeno (en reposo)	2	20	40	0,9	F+N
SAI	2	750	1500	0,9	F+N
Batería de condensadores	2	600	1200	0,9	F+N
Bomba GCI	2	90000	180000	0,9	3F+N
Tomas de Fuerza	9	3000	27000	0,8	F+N

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
Adeje para el tren del sur.

B. Intensidades admisibles y caídas de tensión

1. Intensidades admisibles

Las fórmulas para calcular la intensidad máxima (I) consumida por una carga son las siguientes:

- Para cargas trifásicas:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi}$$

- Para cargas monofásicas:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi}$$

Donde P = Potencia activa consumida (W)

U = Tensión entre fases = 400 V

Cos φ = Factor de potencia del receptor

EXCEPCIONES:

- Para el caso de las lámparas de descarga (monofásicas), la intensidad se calculará, por obligación del REBT, de la siguiente manera:

$$I = \frac{S}{U}$$

Donde: S = Potencia aparente consumida (VA) = 1.8 · P

U = Tensión entre fases = 400 V

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
Adeje para el tren del sur.

- Para el caso de los motores de ventilación, extracción y barreras (todos trifásicos), la intensidad se calculará, por obligación del REBT; multiplicando el valor que se obtendría por 1.5:

$$I = 1.5 \cdot \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi}$$

Las cargas estarán formadas por receptores o conjuntos de receptores. Cada carga se alimentará a través de un cable de una sección determinada. En función de sus características (material, sección, aislamiento), el cable soportará una intensidad máxima determinada.

Teniendo en cuenta las indicaciones del REBT para locales de pública concurrencia, las características de los cables que se utilizarán son las siguientes:

- MATERIAL: Cobre flexible Clase 5
- AISLAMIENTO: XLPE
- TENSIÓN ASIGNADA: 450/750 V
- CANALIZACIÓN: Bandeja perforada o canaleta cerrada.
- REFERENCIA TÉCNICA: Para Servicios Generales: RZ1-K (AS)

Para Servicios de Emergencia: SZ1-K (AS+)

Se utilizará el cable SZ1-K (AS+) para todos los circuitos que conectan con los cuadros CS y CE. Para el resto se utilizará el cable RZ1-K (AS). Con estas características, según las indicaciones de la "Tabla 1. Intensidades admisibles (A) al aire 40°C. N.º de conductores con carga y naturaleza de aislamiento" de la Guía-BT-19 y aplicando la corrección de la "Tabla A. Factores de reducción para agrupamiento de varios circuitos" incluida en la misma guía, se ha completado la siguiente tabla de intensidades máximas soportadas por los conductores:

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
 Adeje para el tren del sur.

Sección (mm ²)	I _{máx} (A)
1.5	14.7
2.5	20.3
4	26.6
6	34.3
10	47.6
16	63.7
25	81.2
35	100.8
50	122.5
70	156.8
95	189.7
120	219.8
150	254.1
185	290.5
240	343.0
300	395.5

Se utilizará esta tabla para el cableado para cargas cuyas intensidades superen los 40 A. Sin embargo, para intensidades inferiores, se utilizará la siguiente tabla, recomendada por el fabricante de interruptores magnetotérmicos, que, al ser más restrictiva, no hay problema alguno porque se estará más del lado de la seguridad:

I _{máx}	Sección (mm ²)
10	1.5
16	2.5
20	4
25	6
32	10
40	16

2. Caidas de tensión

Para instalaciones industriales que se alimentan directamente en alta tensión mediante un transformador de distribución propio, se considera que la instalación interior de baja tensión tiene su origen en la salida del transformador, y las caídas de tensión máximas admisibles son del 4,5 % para alumbrado y del 6,5 % para los demás usos.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

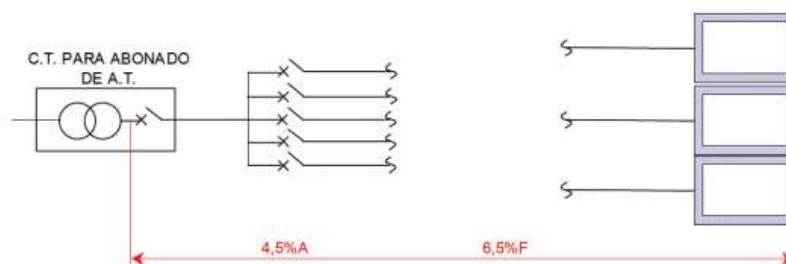
Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
 Adeje para el tren del sur.



Las fórmulas para calcular la caída de tensión relativa (en tanto por ciento respecto de la tensión de origen) de cada conductor son las siguientes:

- Para cargas trifásicas equilibradas:

$$\Delta V(\%) = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I}{K \cdot s} \cdot \frac{1}{U} \cdot 100\%$$

- Para cargas monofásicas:

$$\Delta V(\%) = \frac{2 \cdot L \cdot I}{K \cdot s} \cdot \frac{1}{V} \cdot 100\%$$

Donde:

- L = Longitud del conductor (m).
- I = Intensidad máxima determinada por el calibre de la protección (A).
- K = 56 para cobre, 35 para aluminio.
- s = sección del cable (mm²).
- U = tensión entre fases = 400 V.
- V = Tensión entre fase y neutro = 230 V.

3. Cálculo de secciones

El cálculo de secciones se realiza siguiendo estos pasos:

1. Se calcula una intensidad máxima, según las fórmulas que se han expuesto.
2. Se elige una sección de las tablas que se han mostrado, a partir de la intensidad calculada.
3. Se verifica que la caída de tensión no supera los valores máximos. En caso contrario, se volverá al paso 2, eligiendo la sección inmediatamente superior.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
Adeje para el tren del sur.

2 Cálculos de ventilación y extracción

La actividad prevista para el túnel objeto de estudio de este proyecto es la de un tren eléctrico de transporte de personas, es por ello que se estima que las emisiones de CO₂ serán mínimas y por lo tanto el aire dentro del túnel objeto de estudio se renovará con el simple movimiento del tren a su paso por el túnel.

Aun así, está proyectada la instalación de cuatro ventiladores por cada pozo. Los situados en el pozo de Adeje actuarán como ventiladores impulsores de aire que se encargarán de suministrar aire renovado al túnel. Mientras los que se encontrarán en el pozo de Los Cristianos se encargarán de extraer el mismo caudal de aire impulsado por el pozo de Adeje.

Con las premisas mencionadas, el proyectista ha dimensionado la instalación para impulsar y extraer un caudal de aire de unos 175 m³/s los cuales deberían bastar de sobra para mantener las condiciones de salubridad del aire exigidas.

Para poder impulsar/extraer este caudal de aire los cuatro extractores tendrán que extraer este caudal cada uno:

$$QN = QS = 175 \text{ m}^3/\text{s} * 3600 \text{ s/h} = 630000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q = 630000 \text{ m}^3/\text{h} / 4 = 157500 \text{ m}^3/\text{h}$$

Como se expone en la memoria descriptiva de este proyecto, los ventiladores elegido cumplen con las exigencias de la instalación.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
Adeje para el tren del sur.

3 Cálculos de Protección contra incendios

Los elementos de protección activa con los que cuenta la instalación son:

- Bocas de incendio equipadas.
- Abastecimiento de agua mediante hidrantes.

En base a esto se realizarán los cálculos del caudal necesario que debe tener la instalación para poder hacer frente a un posible incendio. En el plano de extinción se recoge la ubicación de las BIE's e hidrantes.

Se simulará mediante el programa informático EPANET las instalaciones hidráulicas para poder garantizar el buen funcionamiento de las mismas, comprobando su comportamiento global. Al tratarse todas las instalaciones hidráulicas de emisores, se aplicará la siguiente expresión:

$$Q = k\sqrt{\Delta P}$$

Siendo:

- Q : caudal circulante por el foco emisor, expresado en l/min (mientras que en el Sistema Internacional es en m³ /h).
- k : coeficiente de proporcionalidad entre caudal y presión. Se emplearán las unidades l/s, m.c.a, aunque que en el Sistema Internacional se expresa en m³ /s, Pa.
- ΔP : presión en el foco emisor en m.c.a (mientras que en el Sistema Internacional se emplea Pascales).

El coeficiente k es específico para cada uno de los componentes. Es necesario por tanto conocer su valor.

Por reglamento el caudal que debe salir por las bocas de incendio debe ser como mínimo de 200 l/min. Entonces, como para el diseño de esta instalación se debe tener una simultaneidad de 2 BIE's y una autonomía de 60 min, el caudal total de BIE's será:

$$Q = 200 \text{ l min} \cdot 60 \text{ min/h} \cdot 2 = 24000 \text{ l/h} = 24 \text{ m}^3/\text{h}$$

Este caudal es el que se tendrá inicialmente, ya que luego sale un poco mayor. Esto es debido a que se requieren 200l/min en la BIE más desfavorable, y en la otra, la presión será algo mayor y lógicamente, el caudal también. Para cada BIE, el coeficiente emisor es:

$$k = \frac{Q}{\sqrt{\Delta P}} = 0,56 \text{ (l/s, m.c.a)}$$

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
Adeje para el tren del sur.

Según la normativa en los tramos de las BIE's, la velocidad del agua en la tubería no puede superar los 3m/s.

Calcularemos las pérdidas mediante las fórmulas de Hazen-Willians:

$$\Delta P = \lambda \cdot \frac{8 \cdot \rho \cdot Q^2 \cdot L}{\pi^2 \cdot D^5}$$

Con:

- ΔP = pérdida de presión en Pascales.
- λ = factor de fricción.
- ρ = densidad del fluido.
- L = longitud de la tubería
- D = diámetro de la tubería

Para obtener el factor de fricción se necesita primero calcular:

$$Re = \frac{4 \cdot \rho \cdot Q}{\pi \cdot D \cdot \mu}$$

Donde:

- Re = número de Reynolds.
- μ = viscosidad del fluido en cp·103.

Y también:

$$\text{Rugosidad relativa} = \frac{\varepsilon}{D}$$

Con:

- ε =Rugosidad del material.

Con los valores obtenidos de la rugosidad relativa, ε , y del número de Reynolds, Re , se consigue el factor de fricción, λ , utilizando el diagrama de Moody.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
Adeje para el tren del sur.

Para una temperatura de agua de 20°C se tiene:

- $\rho = 998 \text{ kg/m}^3$.
- $\mu = 1 \cdot 10^{-3}$

Para las tuberías de PPR red pipe, $\epsilon = 0.046$ La pérdida de carga en los accesorios se calcula con la siguiente expresión:

$$\Delta P = K \cdot \frac{8 \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot g \cdot D^4} (\text{m. c. a})$$

Los accesorios mas típicos que encontramos en nuestra red son:

- Codos de 90: 4 para cada BIE, $K = 0.6 - 0.9$.

3.1 Cálculo de sección de tubería que llega a BIE:

Según la normativa, el caudal que necesita una BIE de las características de las BIEs elegidas para este proyecto es de $Q = 12 \text{ m}^3/\text{h}$, siendo el doble en aquellas que disponen de hidrantes para la toma de agua.

Por lo tanto, el conducto que llega a la BIE será:

$$Q = 12 \text{ m}^3/\text{h} = 3.33 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$A = \frac{Q}{v} = \frac{3.33 \cdot 10^{-3}}{3} = 1.11 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} = 0.037 \text{ m} = 37.6 \text{ mm} \rightarrow \text{Normalizado: } 40 \text{ mm}$$

Como se puede comprobar en las tablas de selección de la tubería PPR red pipe, este diámetro corresponde con la selección de tubería de 1".

Para BIE+ hidrante:

$$Q = 24 \text{ m}^3/\text{h} = 6.66 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$A = \frac{Q}{v} = \frac{6.66 \cdot 10^{-3}}{3} = 2.22 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} = 0.053 \text{ m} = 53.16 \text{ mm} \rightarrow \text{Normalizado: } 50 \text{ mm}$$

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
Adeje para el tren del sur.

De la misma manera, para un diámetro de 50 mm corresponde una tubería de 1 ½ ”.

Para el cálculo de la sección de línea general, estimamos por norma que deben estar en funcionamiento dos BIEs simultáneamente junto con un hidrante y para superar las pérdidas de cargas que se calcularan en el siguiente apartado dimensionamos por 2 el total:

Lo que nos da un caudal de $Q=0.02664\text{m}^3/\text{h}$

Con las mismas formulas aportadas antes nos da una sección seleccionada en PPR de 4”.

Por lo tanto, con estas secciones cumplimos con los requerimientos de caudal y presión de nuestra instalación

3.2 Cálculos de pérdida de presión

Al tratarse de una instalación larga en la que se reparte desde el grupo de bombeo hasta una distancia de tubería de 2,2 Km. Uno de los cálculos fundamentales es el de pérdidas de carga. Ya que es bastante significativo y a tener en cuenta a la hora de elegir nuestro grupo de bombeo.

Por lo tanto, estudiamos las pérdidas de carga en el último punto del tramo:

Para 1 BIE+ hidrante:

- $Q=6.66 \cdot 10^{-3}\text{m}^3/\text{s}$.
- $L=2200\text{m}$
- $D=100\text{mm}$

$$\text{Rugosidad relativa} = \frac{\varepsilon}{D} = \frac{0.046}{100} = 4.6 \cdot 10^{-4}$$

$$Re = \frac{4 \cdot 998 \cdot 6.66 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot 0.10 \cdot 1 \cdot 10^{-3}} = 84665.3$$

Con el diagrama de Moody: $\lambda=0.011$

$$\Delta P = 0.01 \frac{8 \cdot 998 \cdot (6.66 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 2200}{\pi^2 \cdot 0.05^5} = 114\text{bar}$$

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
Adeje para el tren del sur.



Como vemos, 114 bar es una pérdida de carga muy importante al final del tramo, por ello el grupo de presión se dimensiona para abastecer con suficiente holgura a los requerimientos dados.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
Adeje para el tren del sur.

4. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
Adeje para el tren del sur.

4.1 CARACTERÍSTICAS RELEVANTES DE LAS OBRAS

A. Descripción de los trabajos

Los trabajos a realizar son los siguientes:

- Instalaciones en media tensión: un centro de transformación.
- Instalaciones en baja tensión: alumbrado, ventilación y extracción, sistemas de seguridad, equipos de respaldo energético y control de la energía, y cuadros de protección y control.
- Instalaciones contra incendios: Red de detección y extinción de incendios.
- Ventilación y extracción de humos.

B. Coste, plazo de ejecución y mano de obra necesaria

El coste total de ejecución material, incluyendo lo indicado en este estudio, asciende a **1.930.730,90** €.

El plazo de ejecución es de 12 semanas.

El número de operarios trabajando al mismo tiempo no será mayor de 30 personas.

C. Documento de seguridad y salud requerido en fase de proyecto

Por las características del proyecto que se han descrito, el documento requerido es un Estudio de Seguridad y Salud, por lo que deberá figurar también en los apartados de Planos y Presupuesto.

4.2 PELIGROS DETECTADOS Y RIESGOS ASUMIDOS

A. Peligros generales

Los posibles peligros que puedan ocasionar daños a los trabajadores son los siguientes:

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Cortes por manejo de herramientas manuales.
- Cortes por manejo de las guías y conductores.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
Adeje para el tren del sur.

- Pinchazos en las manos por manejo de guías y conductores.
- Golpes por herramientas manuales.
- Sobreesfuerzos por posturas forzadas.
- Electrocutación o quemaduras.
- Explosión de los grupos de transformación durante la entrada en servicio.
- Incendio por incorrecta instalación de la red eléctrica.
- Atrapamiento por maquinaria.

B. Riesgo de daños a terceros

Por la localización de la obra (zona turística de mucha afluencia), se considera probable la aparición de personas ajenas a la obra.

Se tomarán las medidas adecuadas para evitar el acceso a la obra a personas ajenas a ella.

4.3 MEDIDAS DE PREVENCIÓN PARA AMINORAR RIESGOS

A. Medidas generales

A continuación se citan las medidas generales para aminorar los riesgos:

- Instalaciones sanitarias y vestuarios: se prevé la instalación de dos casetas a disposición de los operarios para ser utilizadas como aseos y vestuarios. Las casetas se colocarán en la zona de salida de los telescopios, y serán los propios operarios los encargados de mantenerla en correctas condiciones de higiene y salud.

- Botiquín de primeros auxilios, obligatorio en esta obra, y que deberá disponer, como mínimo, del contenido siguiente:

- Agua oxigenada.
- Alcohol de 96º.
- Tintura de yodo.
- Mercurocromo.
- Amoniaco.
- Pomada contra picaduras de insectos.
- Apósitos de gasa estéril.
- Paquetes de algodón hidrófilo estéril.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

*Instalaciones del túnel Los Cristianos-
Adeje para el tren del sur.*

- Vendas.
- Cajas de apósitos autoadhesivos.
- Analgésicos.
- Pomada para quemaduras.
- Termómetro clínico.
- Herramientas como tijeras o pinzas.
- Asistencia médica primaria, que podrá prestarse en la siguiente dirección:

1. Hospitén Sur

Dirección: Calle Siete Islas, 8, 38660 Arona, Santa Cruz de Tenerife

Teléfono: 922-75-00-22

Teléfono de emergencias: 112

Tiempo de llegada (aproximado): 15 minutos.

C. Hospital del sur de Tenerife

Dirección: TF-28, 21, 38652 Arona, Santa Cruz de Tenerife

Teléfono: 922-17-47-56

Teléfono de emergencias: 112

Tiempo de llegada (aproximado): 25 minutos.

- En caso de evacuación de emergencia, los operarios, concedores de las salidas de emergencia y de las zonas de los túneles en general, utilizarán las mismas vías de escape pensadas para los futuros usuarios de las instalaciones:

- Salidas / Entradas de los túneles por las galerías de emergencia.
- Salidas de emergencia.
- Pasos de comunicación entre túneles.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
Adeje para el tren del sur.



B. Medidas específicas

Las medidas específicas a tomar en la obra son las siguientes:

- Información y formación de los trabajadores. Todos los trabajadores contarán con la acreditación de los cursos de prevención de riesgos laborales para este tipo de obras.
- Facilitación del acceso a las zonas de trabajo.
- Orden y limpieza en las zonas de trabajo. Todos los residuos se deberán depositar en los contenedores habilitados para ese fin.
- Prendas de protección personal: si existiese homologación expresa del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, las prendas de protección personal a utilizar en esta obra deberán estar homologadas (ropa de trabajo, cinturones de seguridad, casco, botas de seguridad, gafas protectoras).
- Señalización de la obligatoriedad de los útiles de protección en cada zona.
- Señalización de los trabajos con maquinaria peligrosa.
- Cuadro de protecciones provisional con protección diferencial.
- Extintores portátiles de protección contra incendios.

C. Medidas frente al riesgo de daños a terceros

Contra el daño a personas ajenas a la obra se tomarán las siguientes medidas:

- Vallado perimetral: se colocará una valla en los dos accesos al túnel (Adeje y Los cristianos), que contará cada uno con una puerta con cerradura que solamente podrá mantenerse abierta en el momento en el que haya trabajadores operando en la obra. La valla deberá superar la altura de 2 metros. La puerta será doble y lo suficientemente ancha como para permitir el cruce de dos camiones de 3 metros de anchura.
- Carteles informativos: se colocarán carteles de "Peligro" y de "Prohibido el paso a personal ajeno a la obra" en los accesos a las zonas de trabajo.

4.4 Gestión de residuos.

Se redacta este apartado con el objetivo de definir las gestiones a realizar con los materiales sobrantes y residuos generados durante la obra, de acuerdo a la normativa vigente.

Como norma general, se intentará reutilizar los materiales siempre que sea posible, y si no lo fuese, depositarlos en contenedores para su posterior recogida y reciclado por parte de empresas autorizadas. El objetivo final es evitar los posibles daños a las personas o al medioambiente.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
Adeje para el tren del sur.

- **NORMATIVA APLICADA**

La normativa utilizada en para la elaboración de este apartado ha sido la siguiente:

- REAL DECRETO 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- REAL DECRETO 208/2005, de 25 de febrero, sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos.

- **IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS Y CANTIDADES**

A continuación se indican los diferentes tipos de residuos que se generarán en la obra del presente proyecto y, entre paréntesis, las cantidades, en volumen:

- Metálicos: soportes de luminarias, ventiladores, extractores, cuadros de protecciones, celdas de los centros de seccionamiento y del centro de transformación o tornillería (3 m3).
- Cables de cobre con o sin aislante (1 m3).
- Plásticos: proveniente de embalajes, canalizaciones, y piezas o partes de piezas sobrantes de elementos de la instalación (4 m3).
- Cartones: proveniente de embalajes y piezas o partes de piezas sobrantes de elementos de la instalación (6 m3).
- Residuos de construcción y demolición (1 m3).
- Otros: residuos mezclados que no es posible separarlos (1 m3).

- **MEDIDAS PARA LA REDUCCIÓN DE RESIDUOS EN OBRA**

Se tomarán las siguientes medidas para minimizar los residuos en obra:

- Para la estructura metálica de las luminarias y soportes se seguirán estrictamente los planos, con el fin de aminorar los restos metálicos, con la supervisión de los oficiales de obra.
- Se aplastarán los cartones y los plásticos de embalajes para que ocupen el mínimo volumen posible.
- Se aprovecharán cortes y restos de canalizaciones o de cables de tramos largos para tramos más cortos.
- Se aprovecharán retales de hilo para los puentes en los cuadros de protecciones y cuadros de control.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
Adeje para el tren del sur.



- En el momento de colocar cable, no se cortará de la bobina de cable hasta que la línea ya una los dos puntos de unión. Es decir, queda prohibido, salvo circunstancias especiales, estimar la longitud de una línea, cortar el cable y después instalarlo.

- Se medirán estrictamente las cantidades de materia prima para la construcción con la supervisión de los oficiales de obra.

- **MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN Y ELIMINACIÓN DE RESIDUOS DE OBRA**

Para el posterior tratado de los residuos por una empresa autorizada, se instalarán 4 contenedores:

- Metal - Cobre: contenedor trapezoidal de 6 m2 con separador 1/4 - 3/4.

- Cartones: contenedor trapezoidal de 6 m2

- Plásticos: contenedor trapezoidal de 6 m2

- Construcción - Otros: contenedor trapezoidal de 3 m2 con separador 1/2 - 1/2.

Los residuos se eliminarán al finalizar las obras, o cuando los contenedores se llenen. Se contratará un servicio de traslado autorizado hasta un centro de recogida de residuos autorizado.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
Adeje para el tren del sur.

5. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
Adeje para el tren del sur.

5.1 PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

A. Normativa a aplicar

Se ha redactado este pliego de condiciones para las instalaciones del proyecto al que pertenece, aunque se deberá tener en cuenta que sobre el presente pliego prevalecerán las siguientes normativas:

- Ley de Contratos del Sector Público y su normativa de desarrollo.
- Normativa sobre Riesgos laborales.
- La normativa técnica de carácter general y particular, incluyendo normas UNE en vigor.

Tanto el Promotor, el Contratista, y en especial la Dirección Facultativa deberán estar al corriente de la normativa vigente.

B. Replanteo de la obra

El contratista deberá levantar un Acta de Replanteo, donde hará constar expresamente que se ha aprobado, a plena satisfacción suya, la completa correspondencia en planta y cotas relativas, entre la situación de las señales fijas que se han construido en el terreno y las homólogas indicadas en los planos, donde están referidas las obras proyectadas para poder determinar perfectamente cualquier parte de la obra proyectada de acuerdo con los planos que figuran en el proyecto sin que se ofrezca ninguna duda sobre su interpretación.

En el caso de que las señales construidas en el terreno no existan o no sean suficientes para determinar alguna parte de la obra, la Propiedad establecerá a su cargo por medio de la Dirección Facultativa, las que se precisen para que pueda tramitarse y será aprobada el Acta.

Una vez firmada el Acta por ambas partes, el Contratista quedará obligado a replantear por sí las partes de la obra según precise para su construcción, de acuerdo con los datos de los planos o los que le proporcione la Dirección Facultativa en caso de modificaciones aprobadas o dispuestas por el Contratante. Para ello fijará en el terreno, además de las ya existentes, las señales y dispositivos necesarios para que quede perfectamente marcado el replanteo parcial de la obra a ejecutar.

La dirección Facultativas, por sí o por el personal a sus órdenes, puede realizar todas las comprobaciones que estime oportunas sobre los replanteos parciales. También podrá, si así lo estima conveniente, replantear directamente con asistencia del Contratista las partes de la obra que desee, así como introducir modificaciones precisas en los datos de replanteo general del proyecto. Si alguna de las partes lo estima necesario, se levantará acta de estos replanteos parciales y obligatoriamente en las modificaciones del replanteo general.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
Adeje para el tren del sur.

Todos los gastos de replanteo general, así como los que ocasionen las verificaciones de los replanteos parciales, serán por cuenta del Contratista. Los gastos de replanteo originados por cualquier variación debida a iniciativa del Contratante serán sufragados por él.

C. Características y obligaciones del contratista

El contratista deberá conocer suficientemente las condiciones del entorno de las obras, de los materiales utilizables y de todas las circunstancias que puedan influir en la ejecución y en el coste de las obras, sabiendo que no tendrá derecho a eludir sus responsabilidades ni a formular reclamación alguna que se funde en datos que puedan resultar equivocados o incompletos.

En la ejecución de las obras, el contratista adoptará todas las medidas necesarias para evitar accidentes y para garantizar las condiciones de seguridad, y su buena ejecución, cumpliendo para ello todas las condiciones exigibles por la vigente legislación.

El contratista está obligado al cumplimiento de las disposiciones vigentes en materia de Seguridad Social y Seguridad e Higiene en el Trabajo, y será el único responsable de las consecuencias de las transgresiones de dichas disposiciones en las obras.

Como norma general, el contratista deberá realizar todos los trabajos incluidos en el presente proyecto adoptando la mejor técnica constructiva que cada obra requiera para su ejecución, y cumplimiento para cada una de las distintas unidades de obra las disposiciones que se describen en el presente pliego.

D. Control de la obra y Libro de órdenes

La Dirección Facultativa será el organismo encargado del control de la obra, y su mayor representante será el Ingeniero Director. Este organismo hará de representante del Promotor en la obra, supervisará los procesos necesarios para la ejecución del presente proyecto, y se cerciorará de que se cumplen todas las medidas de seguridad.

Existirá un documento, que se llamará Libro de Órdenes e Incidencias, donde la Dirección Facultativa deberá anotar:

- Visitas de la Dirección Facultativa a la obra. Al menos una vez por semana.
- Órdenes e indicaciones técnicas que se den a la Constructora para la interpretación del proyecto.
- Incidencias que se detecten en la obra.
- Incumplimientos de medidas de seguridad.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
Adeje para el tren del sur.



- Cualesquiera otros sucesos que la Dirección facultativa considere reseñables.

El libro se mantendrá en la obra desde el comienzo de la misma hasta la recepción final, momento en el que se entregará al Promotor una copia.

E. Aceptaciones parciales y certificaciones periódicas

El Contratista recibirá, con la periodicidad que se pacte, las certificaciones de la Dirección de obra, conteniendo la descripción de las partidas del Presupuesto que ya hayan sido completamente ejecutadas. Recibidas las certificaciones, el Contratista facturará en el plazo de 15 días los importes correspondientes al Promotor, quien estará obligado a su pago, reducido en un 10%.

El contratista tendrá también derecho a percibir abonos a cuenta sobre su importe por las operaciones preparatorias realizadas como instalaciones y acopio de materiales o equipos de maquinaria pesada adscritos a la obra, en las condiciones que se señalen en los respectivos Pliegos de cláusulas administrativas particulares y conforme al régimen y los límites que con carácter general establezca la legislación vigente, debiendo asegurar los referidos pagos mediante la prestación de garantía.

No se admitirán aumentos de obra que no hayan sido autorizados expresamente por la Dirección facultativa. Si el Contratista los ejecutase, no podrá cobrarlos de no existir esa autorización previa, que deberá contemplar, además, el acuerdo de precios sobre las nuevas unidades en caso de no existir en el Proyecto.

F. Recepción de la instalación

Cuando las obras se den por finalizadas, se procederá a su recepción provisional, para la cual será necesaria la asistencia de un representante del Promotor, del Ingeniero Director y del Contratista. Del resultado de la recepción se extenderá un acta por triplicado, firmada por los tres asistentes antes indicados. Será condición indispensable para proceder a la recepción provisional la entrega por parte de la Contrata a la Dirección Facultativa de la totalidad de los planos de obra y de las instalaciones realmente ejecutadas, así como sus permisos de uso correspondientes, lo que incluye la autorización de puesta en funcionamiento de las instalaciones por parte de los organismos competentes.

Si las instalaciones se encuentran en buen estado y han sido ejecutadas con arreglo a las condiciones establecidas, se darán por recibidas provisionalmente, comenzando a correr en dicha fecha el plazo de garantía legalmente establecido como de un año. La Dirección de obra

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
Adeje para el tren del sur.

procederá inmediatamente a su medición general y definitiva, con precisa asistencia del Contratista.

Transcurrido el plazo de garantía legal se producirá la recepción definitiva de las instalaciones. Los gastos de conservación y reparación durante el periodo comprendido entre la recepción parcial y la definitiva correrán a cargo del Contratista.

La recepción definitiva se llevará a cabo con las mismas formalidades que la provisional. Si se encontraran las instalaciones en perfecto estado de uso y conservación se darán por recibidas definitivamente, y quedará el Contratista relevado de toda responsabilidad de conservación, reforma, reparación y otras que la ley determine, quedando subsistentes la responsabilidad civil y las demás garantías que establezca la normativa vigente.

De no poderse llevar a cabo la recepción provisional o la definitiva, se estará a lo que disponga el Director de obra en cuanto a concesión de plazos de subsanación, ampliación de los de garantía e incluso resolución del contrato con pérdida de fianzas, si hubiera lugar.

5.2 PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES

A. Condiciones aplicables a la ejecución y certificación de las instalaciones de media tensión

Se indicarán en este apartado las condiciones sobre los materiales, equipos y sistemas, y las condiciones sobre los trabajos de instalación.

MATERIALES, EQUIPOS Y SISTEMAS:

Los elementos a tratar son los siguientes:

- Conjunto prefabricado para el Centro de transformación (C.T.), donde se incluye el transformador de potencia, las celdas, los cuadros de conexiones, el cableado y los terminales de conexión, y el resto de elementos incluidos en el C.T.

Todos los materiales serán adquiridos por el Contratista, y será la Dirección Facultativa quien se encargue de que todos los materiales, equipos y sistemas que formen parte de la instalación eléctrica posean de marcas de calidad (UNE, EN, CEI, CE, AENOR, etc.), y dispongan de la documentación que acredite que sus características mecánicas y eléctricas se ajustan a la normativa vigente.

Las características de todos los materiales necesarios se describen en el Anejo de Media Tensión del presente proyecto. Será la Dirección Facultativa la encargada de supervisar que los materiales adquiridos y utilizados se corresponden con los descritos en el citado anejo. Si

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
Adeje para el tren del sur.



fuesen necesarios otros materiales no especificados en el presente proyecto, estos deberán disponer de marca de calidad y no podrán utilizarse sin previo conocimiento y aprobación de la Dirección Facultativa.

TRABAJOS A REALIZAR:

Se realizarán, en el orden que se indica, lo siguientes trabajos:

1. Excavación para las puestas a tierra: se excavará hasta una profundidad que permita el enterramiento o el clavado de conductores o picas.
2. Colocación de los elementos de las puestas a tierra y conexión entre ellos, según las indicaciones que se han dado en el Anejo de Media Tensión.
3. Enterramiento y pruebas de resistencia: se enterrará a la mitad de la profundidad excavada y se comprobará que las resistencias de puesta a tierra permiten que la instalación cumpla la legislación vigente. En caso contrario, la Dirección Facultativa podrá modificar el diseño de las puestas a tierra.
4. Preparación de los fosos necesarios para los C.S. y el C.T.: se realizará acorde a las indicaciones del fabricante, con las medidas que se indican en los planos.
5. Colocación de los tubos corrugados: con las indicaciones dadas en el Anejo de Media Tensión y en los planos, se apoyarán sobre una zanja habilitada para este fin. Una vez colocados los tubos se podrá cerrar la zanja.
6. Colocación de los edificios prefabricados de hormigón sobre los fosos excavados: estos trabajos serán responsabilidad del fabricante, que deberá seguir las indicaciones de la Dirección Facultativa. Para los C.S., se realizará mediante camión grúa, directamente al foso. Para el C.T., se trasladará en camión hasta el centro del túnel Sur, y se descargará sobre plataforma rodante o deslizante. Se introducirá en el recinto interior mediante un butrón en la pared realizado para este fin y se apoyará sobre el foso. Posteriormente al asentamiento de los conjuntos prefabricados, se procederá al rellenado con tierra respetando la profundidad necesaria para la acera perimetral de hormigón.
7. Acera perimetral de hormigón: alrededor de cada conjunto prefabricado, se esparcirá con una capa de hormigón, después se colocará el mallazo electrosoldado, que se deberá unir a la puesta a tierra de protección, y se rematará con otra capa de hormigón, que se alisará en su parte externa.
8. Instalación de líneas de conexión C.S. - C.T.: mediante guías y bobinas autoenrollables, se introducirán los conductores en el interior de los tubos, ajustando lo máximo posible las longitudes de principio a fin de línea.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
Adeje para el tren del sur.



9. Colocación de elementos interiores de los conjuntos prefabricados: se incluyen la colocación de las celdas, el transformador, y las conexiones entre elementos.

10. Puesta en marcha y pruebas: se hará control de temperaturas, humedad, tensión e intensidad en régimen nominal, y se realizarán ensayos de falta de red principal, falta de red secundaria, y sobrecarga.

A. Condiciones aplicables a la ejecución y certificación de las instalaciones de baja tensión

Se indicarán en este apartado las condiciones sobre los materiales, equipos y sistemas, y las condiciones sobre los trabajos de instalación.

MATERIALES, EQUIPOS Y SISTEMAS:

Los elementos a tratar son los siguientes:

- Cuadros de protecciones y de control: donde se instalarán interruptores magnetotérmicos, interruptores diferenciales, interruptores de caja moldeada, relés diferenciales, relés, arrancadores, conmutadores y autómatas programables.
- Canalizaciones y cableado de alimentación.
- Conjunto prefabricado para el Centro de transformación (C.T.), donde se incluye el transformador de potencia, las celdas, los cuadros de conexiones, el cableado y los terminales de conexión, y el resto de elementos incluidos en el C.T.

Todos los materiales serán adquiridos por el Contratista, y será la Dirección Facultativa quien se encargue de que todos los materiales, equipos y sistemas que formen parte de la instalación eléctrica posean de marcas de calidad (UNE, EN, CEI, CE, AENOR, etc.), y dispongan de la documentación que acredite que sus características mecánicas y eléctricas se ajustan a la normativa vigente.

Las características de todos los materiales necesarios se describen en el apartado de Baja Tensión del presente proyecto. Será la Dirección Facultativa la encargada de supervisar que los materiales adquiridos y utilizados se corresponden con los descritos en el citado apartado. Si fuesen necesarios otros materiales no especificados en el presente proyecto, estos deberán disponer de marca de calidad y no podrán utilizarse sin previo conocimiento y aprobación de la Dirección Facultativa.

TRABAJOS A REALIZAR:

Se realizarán, en el orden que se indica, lo siguientes trabajos:

1. Preparación de los fosos necesarios para los C.T.: se realizará acorde a las indicaciones del fabricante, con las medidas que se indican en los planos.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
Adeje para el tren del sur.



2. Colocación de los edificios prefabricados de hormigón sobre los fosos excavados: estos trabajos serán responsabilidad del fabricante, que deberá seguir las indicaciones de la Dirección Facultativa. Para los C.T., se trasladará en camión hasta los telescopios de entrada al túnel, y se descargará sobre plataforma rodante o deslizante. Se introducirá en el recinto interior mediante un butrón en la pared realizado para este fin y se apoyará sobre el foso. Posteriormente al asentamiento de los conjuntos prefabricados, se procederá al rellenado con tierra respetando la profundidad necesaria para la acera perimetral de hormigón.
3. Colocación de elementos interiores de los conjuntos prefabricados: se incluyen la colocación de las celdas, el transformador, y las conexiones entre elementos.
4. Puesta en marcha y pruebas: se hará control de temperaturas, humedad, tensión e intensidad en régimen nominal, y se realizarán ensayos de falta de red principal, falta de red secundaria, y sobrecarga.
5. Instalación de armarios y canalizaciones, en el orden que el contratista estime oportuno.
6. Cuadros de protecciones: se instalarán los interruptores automáticos indicados en los esquemas unifilares y se etiquetarán con el circuito correspondiente.
7. Cableado: se conectará, una a una, cada línea desde su alimentación hasta el receptor, y cuando se haya acabado con una se pasará a la siguiente. Se tendrá precaución extrema de conectar cada línea al receptor indicado.
8. Puesta en marcha y pruebas: se comprobará que todos los sistemas se comportan con el funcionamiento programado, y en caso de error se procederá a solventarlo con la mayor rapidez posible.

C. Condiciones aplicables a la ejecución y certificación de la instalación de ventilación y extracción

Se indican en este apartado las peculiaridades de las instalaciones de ventilación y extracción.

- Se colocarán los ventiladores en las posiciones que se indican en los planos, y una vez montados se comprobará que en ningún punto se incumple las separaciones indicadas.
- Se realizarán simulaciones de humo y calor y se comprobará que el funcionamiento es el programado.
- Se tomará el gráfico de valores de intensidad en el arranque de los motores, tanto en la extracción como en la ventilación, y se comprobará la efectividad de los arrancadores.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
Adeje para el tren del sur.



Todos los materiales serán adquiridos por el Contratista, y será la Dirección Facultativa quien se encargue de que todos los materiales, equipos y sistemas que formen parte de la instalación eléctrica posean de marcas de calidad (UNE, EN, CEI, CE, AENOR, etc.), y dispongan de la documentación que acredite que sus características mecánicas y eléctricas se ajustan a la normativa vigente.

Será la Dirección Facultativa la encargada de supervisar que los materiales adquiridos y utilizados se corresponden con los descritos en el proyecto. Si fuesen necesarios otros materiales no especificados en el presente proyecto, estos deberán disponer de marca de calidad y no podrán utilizarse sin previo conocimiento y aprobación de la Dirección Facultativa.

D. Condiciones aplicables a la ejecución y certificación de la instalación de alumbrado interior

Se indican en este apartado las peculiaridades de las instalaciones de ventilación y extracción.

- Se tomará una precaución extrema a la hora de conectar cada luminaria o conjunto de luminarias a una línea.
- Se comprobará, simulando cada nivel de iluminación, que los encendidos corresponden con los exigidos.
- Se medirán las intensidades en la línea general de alimentación y se comprobará, para cada nivel de iluminación, que el consumo es equilibrado para las tres fases.

Todos los materiales serán adquiridos por el Contratista, y será la Dirección Facultativa quien se encargue de que todos los materiales, equipos y sistemas que formen parte de la instalación eléctrica posean de marcas de calidad (UNE, EN, CEI, CE, AENOR, etc.), y dispongan de la documentación que acredite que sus características mecánicas y eléctricas se ajustan a la normativa vigente.

Las características de todos los materiales necesarios se describen en el apartado de alumbrado del presente proyecto. Será la Dirección Facultativa la encargada de supervisar que los materiales adquiridos y utilizados se corresponden con los descritos en el citado apartado. Si fuesen necesarios otros materiales no especificados en el presente proyecto, estos deberán disponer de marca de calidad y no podrán utilizarse sin previo conocimiento y aprobación de la Dirección Facultativa.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
Adeje para el tren del sur.

 Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología
Universidad de La Laguna

6. MEDICIONES Y PRESUPUESTO

69

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

TRABAJO DE FIN DE GRADO RUBÉN SERRANO FERNÁNDEZ ULL
TREN DEL SUR DE TENERIFE TRAMO 8
MEDICIONES

CAPÍTULO	Ud	Resumen	CanPres	Pres	ImpPres
1		PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS		1	
1.1		EXTINCIÓN POR AGUA		1	
1.1.1	MI	Tubería de DN115 Tubería de DN115 de polipropileno reticulado serie 3,2 según la norma UNE-EN ISO 21003 para distribución de agua de contraincendio, incluso parte proporcional de: bridas, piezas especiales, pequeño material y soportería en perfil estructural con cuna de goma y abrazaderas según normas o con carril Hilti y abrazadera insonorizada con flexibles. Totalmente instalada, incluso pasatubos de PVC sellado	10.825,00	34,25	370.756,25
1.1.2	MI	Tubería de DN50 Tubería de DN50 de polipropileno reticulado serie 3,2 según la norma UNE-EN ISO 21003 para distribución de agua de climatización, incluso parte proporcional de: bridas, piezas especiales, pequeño material y soportería en perfil estructural con cuna de goma y abrazaderas según normas o con carril Hilti y abrazadera insonorizada con flexibles. Totalmente instalada, incluso pasatubos de PVC sellado	822,00	11,37	9.346,14
1.1.3	MI	Tubería de DN32 Tubería de DN32 de polipropileno reticulado serie 3,2 según la norma UNE-EN ISO 21003 para distribución de agua de climatización, incluso parte proporcional de: bridas, piezas especiales, pequeño material y soportería en perfil estructural con cuna de goma y abrazaderas según normas o con carril Hilti y abrazadera insonorizada con flexibles. Totalmente instalada, incluso pasatubos de PVC sellado	925,00	9,50	8.787,50
1.1.4	Ud	Válvula de mariposa de 4" de diámetro Válvula de mariposa de 3" de diámetro, marca SIGEVAL o similar, con desmultiplicador planetario, PN-16, cuerpo de fundición gris, eje y mariposa en acero inoxidable, asiento de EPDM, montada entre bridas PN-16. Totalmente instalada, pintada, incluso apertura y cierre de huecos y/o anclajes a paramentos, y todo tipo de ayudas de albañilería.	13,00	146,46	1.903,98
1.1.5	Ud	Válvula de mariposa de 1" de diámetro Válvula de mariposa de 1" de diámetro, marca SIGEVAL o similar, con desmultiplicador planetario, PN-16, cuerpo de fundición gris, eje y mariposa en acero inoxidable, asiento de EPDM, montada entre bridas PN-16. Totalmente instalada, pintada, incluso apertura y cierre de huecos y/o anclajes a paramentos, y todo tipo de ayudas de albañilería.	87,00	129,77	11.289,99
1.1.6	Ud	Válvula de mariposa de 1 1/2" de diámetro Válvula de mariposa de 1 1/2" de diámetro, marca SIGEVAL o similar, con desmultiplicador planetario, PN-16, cuerpo de fundición gris, eje y mariposa en acero inoxidable, asiento de EPDM, montada entre bridas PN-16. Totalmente instalada, pintada, incluso apertura y cierre de huecos y/o anclajes a paramentos, y todo tipo de ayudas de albañilería.	87,00	129,77	11.289,99
1.1.7	Ud	Sistema de vaciado de agua DN50 Sistema de vaciado de agua compuesto por válvula de corte de 2", tubería de 2". de acero DIN 2440, incluso parte proporcional de colector de recogida en forma de embudo. Totalmente instalado, incluso conexión a desagüe, y todo tipo de ayudas de albañilería y aislamiento térmico exterior igual que el resto de tubería con forro en aluminio brillante.	20,00	120,99	2.419,80
1.1.8	Ud	BIE de DN 25 mm y 20 metros, tipo CHESTERFIRE 25/1 puesto de man BIE de DN 25 mm y 20 metros, tipo CHESTERFIRE o similar 25/1 puesto de manguera contra incendios compuesto de cabina metálica reforzada de 600x750x260 mm. de chapa de 1,5 mm. de espesor, para montaje empotrado o superficial combinado con armario de extintor, con puerta ciega pintada, bisagras y cierre por resbalón precintable, inscripción "Romparse en caso de incendio". Devanadera circular para manguera de acero cromado, Juego racores de 25 mm. cromado. Válvula de globo de 25 mm. cromado con portametro y racor Barcelona. Tramo de manguera semirrigida de 20 mts. y 25 mm de diámetro, lanza de tres efectos de latón cromado. Juego de soportes y manómetro. Incluyendo p.p. de accesorios de montaje, según normas DIN 2440, CPI - 96 y UNE 23.403.	216,00	203,50	43.956,00
1.1.9	Ud	Armario extintor tipo CHESTERFIRE MR-3P con puerta ciega pintada Armario extintor tipo CHESTERFIRE o similar MR-3P con puerta ciega pintada, bisagras y cierre por resbalón y precinto, cabina metálica reforzada de 750x350x260 mm. de chapa de 1,5 mm. de espesor, para montaje con armario de BIE 25/1, inscripción "Romparse en caso de incendio". Totalmente instalada, incluso p.p. de accesorios de montaje, según normas.	67,00	119,38	7.998,46

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

TRABAJO DE FIN DE GRADO RUBÉN SERRANO FERNÁNDEZ ULL
TREN DEL SUR DE TENERIFE TRAMO 8
MEDICIONES

CAPÍTULO	Ud	Resumen	CanPres	Pres	ImpPres
1.2		EXTINCIÓN PASIVA			
1.2.1	Ud	Puerta RF Puerta metálica cortafuegos EI2 60 C5, de dos hojas abatibles, mod. Sigma de Andreu o equivalente, de medida nominal 1800x2050 mm y 69 mm de espesor, formada por hojas constituidas por dos chapas de acero galvanizado de e=0,8 mm ensambladas entre sí sin soldadura, revestidas con dos paneles laminados estratificados de alta presión Formica de 2 mm de espesor, adheridos a las chapas metálicas con adhesivos especiales y mediante perfilera perimetral de acero galvanizado, lacado en color RAL a elegir por la dirección facultativa, según carta de colores y acabados del fabricante, y núcleo interior de material ignífugo, formado por doble capa de lana de roca de alta densidad y placa de cartón yeso, tornillería métrica, 3 bisagras con marcado CE por hoja, de doble pala y regulación en altura, con marco tipo CSS de acero galvanizado de 1,5 mm de espesor (bisagras y marco lacados RAL a elegir por D.F.), con burlete de goma incorporado, con garras de acero para fijación a obra, cerradura embutida con cierre a un punto, escudos metálicos y manivelas resistentes al fuego mod. Tesa Sena, en acero inoxidable, con mecanismo de cierre automático de cremón interior en hoja inactiva, incluso ajuste y colocación, según C.T.E. DB SI. (No se incluyen: el selector de cierre y los	18,00	502,25	9.040,50
1.3		EXTINCIÓN MOVIL			
1.3.1	Ud	Extintor portátil polvo químico contra fuego A B C, 6kg Extintor portátil de polvo químico seco contra fuego A B C, de 6 Kg. eficacia 21A-113B, tipo A?ro-Feu ? similar, colocado, incluidas fijaciones, letrero y acabados s/NTE IPF-38.	216,00	35,23	7.609,68
1.3.2	Ud	Extintor portátil de CO2, contra fuego B y E, de 5 Kg. efica Extintor portátil de CO2, contra fuego B y E, de 5 Kg. eficacia 34B, tipo A?ro-Feu ? similar, colocado, incluidas fijaciones, letrero y acabados s/NTE IPF-38.	67,00	61,41	4.114,47
1.4		GRUPO CONTRA INCENDIOS			
1.4.1	Ud	Equipo contra incendios EBARA AFU 12-ENI 100-250/90EDJ Grupo contra incendios, EBARA AFU12-ENI 100-250/90 EDJ según normas UNE-EN 12845, CEPREVEN y UNE 23500-2012 . Bomba principal ELÉCTRICA ENI 100-250 , EN 733/ DIN 24255, de un escalón y de una entrada, cuerpo de impulsión de fundición GG25 en espiral con patas de apoyo y soporte cojinete con pata de apoyo, aspiración axial y boca de impulsión radial hacia arriba, rodete radial de fundición DE BRONCE , cerrado, compensación hidráulica mediante orificios de descarga en el rodete, soporte con rodamientos de bolas lubricados de por vida, estanqueidad del eje mediante EMPAQUETADURA , eje de acero inoxidable AISI 420; accionada mediante motor eléctrico asíncrono, trifásico de 2 polos, aislamiento clase F, protección IP-55, de una POTENCIA DE 90 kW, para alimentación trifásica a 400 V III, 50 Hz, acoplamiento CON ESPACIADOR . Bomba principal DIESEL ENI 100-250 de una POTENCIA DE 95 kW, doble juego de baterías, DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE 214 litros de capacidad equipado con válvula de vaciado, filtro y visor de nivel. Una bomba auxiliar jockey CVM B/25 , de 1,85 kW, cuerpo de bomba en hierro fundido, eje de acero inoxidable AISI 416, cuerpos de aspiración e impulsión y contrabridas de hierro fundido, impulsores y difusores de policarbonato con fibra de vidrio, cierre mecánico , motor asíncrono de 2 polos, aislamiento clase F, protección IP 44 ; Depósito hidroneumático de 2 x 24/16 ; bancada metálica, válvulas de corte, antirretorno y de aislamiento para cada bomba; TES DE DERIVACION PARA PRESOSTATOS DE ARRANQUE; manómetros; presostatos; colector común de impulsión en acero negro DN 200 S/DIN2440 con instalación en serie 2x13000 unidades, sistema de freno controlado por la presión totalmente Caudalímetro	2,00	22.644,00	45.288,00
1.4.2	Ud	Caudalímetro para grupo contra incendios de tipo rotámetro de lectura directa, instalación sobre tubería horizontal ,modelo F DN 200 ,fabricado en acero al carbono con flotador de acero inoxidable, para una presión máxima de 16 Bar, fondo de escala 800 m³/h	2,00	638,00	1.276,00
1.4.2	Ud	Depósito de expansión Deposito de expansión marca PNEUMATEX contruido en chapa de acero y membrana de caucho butílico completamente instalado, con soportes valvula de seguridad, hidrómetro y termómetros, mod. PNU 250 lts. Instalado	2,00	1.081,25	2.162,50
1.5		DETECCIÓN			
1.5.1	MI	Cable de fibra laser detector de incendios Cable de fibra laser detector de incendios para instalación lineal en circuito cerrado totalmente instalado, incluso pequeñas ayudas de albañilería y puesta en marcha	5.400,00	21,46	115.884,00
1.5.2	Ud	Detectores de humo Detector de humo óptico analógico marca KILSEN modelo KL731A o similar compatible con sistema existente, algoritmico con microprocesador y direccionamiento digital de bajo perfil, cámara óptica extraíble y reemplazable, compensación algoritmica de suciedad y algoritmo para mejorar la robustez frente a interferencias electromagnéticas, doble led indicador con visión total y salida para piloto remoto, con zócalo base KZ705 con sistema anti hurto de la cabeza, micro rejilla de protección para ambientes sucios y contactos de acero inoxidable, material ABS color blanco. Totalmente instalado, programado y funcionando según planos y pliego de condiciones.	620,00	13,80	8.556,00
1.5.2	Ud	Alarma Sirena electrónica, de color rojo, con señal acústica, alimentación a 24 Vcc, potencia sonora de 100 dB a 1 m y consumo de 14 mA, para instalar en paramento interior, según UNE-EN 54-3. Incluso elementos de fijación, totalmente instalada y funcionando	72,00	54,15	3.898,80

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

TRABAJO DE FIN DE GRADO RUBÉN SERRANO FERNÁNDEZ ULL
 TREN DEL SUR DE TENERIFE TRAMO 8
 MEDICIONES

CAPÍTULO	Ud	Resumen	CanPres	Pres	ImpPres
2		BAJA TENSIÓN		1	
2.1		Canalizaciones		1	
2.1.1	MI	Bandeja Rejiband 100x60mm Bandeja metálica tipo Pensa Rejiband, en acero con recubrimiento C8 de alta resistencia, de sección 100x60mm., incluso parte proporcional de fijaciones, accesorios de anclaje, piezas de conexión, línea de conexión de puesta a tierra realizada con conductor eléctrico de cobre de sección 16mm2 750 V. tipo H07Z1-K(AS) UNE 211002. Clase min.CPR Cca-s1b,d1,a1 y terminales de conexión. Totalmente instalado.	21.652,00	10,30	223.015,60
2.1.2	MI	Bandeja Rejiband 200x60 Bandeja metálica tipo Pensa Rejiband, en acero con recubrimiento C8 de alta resistencia, de sección 200x60mm., incluso parte proporcional de fijaciones, accesorios de anclaje, piezas de conexión, línea de conexión de puesta a tierra realizada con conductor eléctrico de cobre de sección 16mm2 750 V. tipo H07Z1-K(AS) UNE 211002. Clase min.CPR Cca-s1b,d1,a1 y terminales de conexión. Totalmente instalado.	272,00	13,51	3.674,72
2.1.3	MI	Tubo PVC rígido 25mm Tubo PVC rígido Ø25mm, clasificación 4321 UNE-EN 50086, no propagador llama, incluso p.p. accesorios, cajas de registro y fijaciones. Instalado.	325	4,78	1553,5
2.1.4	MI	Tubo PVC rígido 32mm Tubo PVC rígido Ø32mm, clasificación 4321 UNE-EN 50086, no propagador llama, incluso p.p. accesorios, cajas de registro y fijaciones. Instalado.	224	5,61	1256,64
2.1.5	MI	Tubo PVC rígido 50mm Tubo PVC rígido Ø50mm, clasificación 4321 UNE-EN 50086, no propagador llama, incluso p.p. accesorios, cajas de registro y fijaciones. Instalado.	123	7,54	927,42
2.1.6	MI	Tubo PVC flexible 50mm Tubo de PVC flexible coarrugado reforzado 50mm diam. en instalacion empotrada, con apertura y cierre de rozas, p.p. de caja de registro y ayudas de albañilería.	354	3,85	1362,9
2.2		Cable		1	
2.2.1	MI	Circuito eléctrico 4x(1x25mm2)+T Circuito eléctrico realizado con cable de cobre de sección 4x(1x25mm2)+T 1kv. tipo RZ1-K(AS) UNE 21123-4. Clase min.CPR Cca-s1b,d1,a1, incluso elementos de conexión. Instalado y conectado.	3245	9,21	29886,45
2.2.2	MI	Circuito eléctrico 4x(1x16mm2)+T Circuito eléctrico realizado con cable de cobre de sección 4x(1x16mm2)+T 1kv. tipo RZ1-K(AS) UNE 21123-4. Clase min.CPR Cca-s1b,d1,a1, incluso elementos de conexión. Instalado y conectado.	10526	6,09	64103,34
2.2.3	MI	Circuito eléctrico 4x(1x10mm2)+T Circuito eléctrico realizado con cable de cobre de sección 4x(1x10mm2)+T 1kv. tipo RZ1-K(AS) UNE 21123-4. Clase min.CPR Cca-s1b,d1,a1, incluso elementos de conexión. Instalado y conectado.	8375	4,06	34002,5
2.2.4	MI	Circuito eléctrico 4x(1x50mm2)+T Circuito eléctrico realizado con cable de cobre de sección 4x(1x50mm2)+T 1kv. tipo RZ1-K(AS) UNE 21123-4. Clase min.CPR Cca-s1b,d1,a1, incluso elementos de conexión. Instalado y conectado.	341	17,28	5892,48
2.2.5	MI	Circuito eléctrico 4x(1x95mm2)+T Circuito eléctrico realizado con cable de cobre de sección 4x(1x90mm2)+T 1kv. tipo RZ1-K(AS) UNE 21123-4. Clase min.CPR Cca-s1b,d1,a1, incluso elementos de conexión. Instalado y conectado.	121	35,21	4260,41
2.2.6	MI	Punto detección Punto para detector de sistema de detección Aguilera, realizado con cable manguera libre de halógenos AE/MANG4ROH de 4 conductores (2x2,5mm2 +2x0,5mm2), bajo tubo PVC rígido clasificación 4321 UNE-EN 50086, no propagador llama, incluso p.p. accesorios, cajas de registro y	620	51,49	31923,8
2.2.7	Ud	Puntos de luz alumbrado de emergencia Punto de luz para alumbrado de emergencia o encendido directo desde cuadro, en instalación vista, con circuito realizado con conductores Cu 2(1x10mm2)+T H07Z1-K(AS) UNE 211002. Clase min.CPR Cca-s1b,d1,a1, y tubo de PVC rígido clasificación 4321 UNE-EN 50086 Ø25/32mm. no propagador de llama, en instalación vista incluso pequeño material, cajas de registro, abrazaderas, fijaciones, apertura y cierre de huecos y ayudas de albañilería. Totalmente instalado y conectado.	1080	90,70	97956
2.2.8	Ud	Puntos de luz alumbrado general Punto de luz encendido sencillo IP55, Ticino Living Light o similar, con caja de superficie Idrobox con tapa, y pequeño material, en instalación vista, con circuito realizado con conductores Cu 2(1x2,5mm2)+T H07Z1-K(AS) UNE 211002. Clase min.CPR Cca-s1b,d1,a1, y tubo de PVC rígido clasificación 4321 UNE-EN 50086 Ø25/32mm. no propagador de llama, en instalación vista IP55, incluso pequeño material, cajas de registro, abrazaderas, fijaciones y ayudas de albañilería.	1080	28,24	30499,2
2.2.9	MI	Acometida Transformadores Circuito eléctrico realizado con cable de cobre de sección 4x(1x10mm2)+T 1kv. tipo RZ1-K(AS) UNE 21123-4. Clase min.CPR Cca-s1b,d1,a1, incluso elementos de conexión. Instalado y conectado.	57	143,25	8165,25
2.2.10	MI	Acometida grupo electrógeno Circuito eléctrico realizado con cable de cobre RESISTENTE AL FUEGO de sección 4x[2x(1x240mm2)]+T 1kv. tipo SZ1-K/RZ1 Mica(AS+) UNE-EN 50200 PH 120 y UNE 21123-4. Clase	72	152,35	10969,2
2.3		Cuadros		1	
2.3.1	Ud	CGBT Cuadro GENERAL DE BAJA TENSIÓN, en envoltorio formada por armarios metálicos o aislantes autoextinguibles, con puerta, marca Eaton, conteniendo los elementos de protección y mando indicados en esquemas adjuntos, incluso bornas, elementos de conexión, identificación,	2	50375	100750

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

TRABAJO DE FIN DE GRADO RUBÉN SERRANO FERNÁNDEZ ULL
TREN DEL SUR DE TENERIFE TRAMO 8
MEDICIONES

CAPÍTULO	Ud	Resumen	CanPres	Pres	ImpPres	
2.3.2	Ud	CGCI		2	152,35	304,7
		Cuadro General de grupo Contra Incendios, en envoltorio formada por armarios metálicos o aislantes autoextinguibles, con puerta, marca Eaton, conteniendo los elementos de protección y mando indicados en esquemas adjuntos, incluso bornas, elementos de conexión, identificación, señalización y todo el material necesario para su perfecta instalación. De acuerdo a REBT 2002 para pública concurrencia y a UNE-EN-60439-1. Totalmente instalado y conectado.				
2.3.3	Ud	Cuadros Secundarios de Alumbrado General		28	152,35	4265,8
		Cuadro CS, en envoltorio formada por armarios metálicos o aislantes autoextinguibles, con puerta, marca Eaton, conteniendo los elementos de protección y mando indicados en esquemas adjuntos, incluso bornas, elementos de conexión, identificación, señalización y todo el material necesario para su perfecta instalación. De acuerdo a REBT 2002 para pública concurrencia y a UNE-EN-60439-1.				
2.3.4	Ud	Cuadro secundarios de emergencia		28	152,35	4265,8
		Cuadro secundario de Emergencia, en envoltorio formada por armarios metálicos o aislantes autoextinguibles, con puerta, marca Eaton, conteniendo los elementos de protección y mando indicados en esquemas adjuntos, incluso bornas, elementos de conexión, identificación, señalización y todo el material necesario para su perfecta instalación. De acuerdo a REBT 2002 para pública concurrencia y a UNE-EN-60439-1. Totalmente instalado y conectado.				
2.4		Equipos		1		
2.4.1	Ud	Grupo Electrogeno		2	89574	179148
		Grupo electrogeno fijo sobre bancada de funcionamiento automático, trifásico de 230/400 V de tensión, de 700 kVA de potencia, compuesto por alternador sin escobillas de 50 Hz de frecuencia; motor diesel de 1500 r.p.m. refrigerado por agua, con silenciador y depósito de combustible; cuadro eléctrico de control; y cuadro de conmutación con conmutadores de accionamiento motorizado calibrados a 1000 A. Totalmente instalado y en funcionamiento, incluso ayudas de albañilería e				
2.4.2	Ud	Batería de condensadores		2	5231,35	10462,7
		Batería automática de condensadores, Circutor (o similar) para 450 kVAR de potencia reactiva, de 6 escalones con una relación de potencia entre condensadores de 1:2:2:2:2, para alimentación trifásica a 400 V de tensión y 50 Hz de frecuencia, compuesta por armario metálico con grado de protección IP21, de 1180x360x1650 mm; condensadores regulador de energía reactiva con pantalla de cristal líquido contactores con bloque de preinserción y resistencia de descarga rápida; y fusibles				
2.4.3	Ud	Sistema de Alimentación ininterrumpida (SAI)		2	2440,81	4881,62
		SAI ABB PowerScale (o similar), 50 kVA, 28x48 Ah, 230/400 V				
2.4.4	Ud	Transformador		2	8593,17	17186,34
	Ud	Edificio PTE. Centro prefabricado de hormigón. Hasta 24kV		1	1240,69	1240,69
	Ud	Celda de Conmutación Automática de red General (N) y red de Emergencia (E).		1	497,89	497,89
	Ud	Celda de Interruptor Automático - Fusible combinados. Protección Transformador.		1	337,38	337,38
	Ud	Fusibles Fusar CF Calibre: 50 A		3	9,9	29,7
	Ud	Transformador con neutro accesible en el secundario, de 1000 kVA, grupo de conexión Dyn11, relación de tensiones 20 kV/400 V		1	4248,72	4248,72
	MI	Cable unipolar RH21 25 mm2 15/25 kV aluminio con aislamiento XLPE + pantalla de hilos de cobre y cubierta de Poliolefina 25 mm2		8	19,5	156
	MI	Cable unipolar RZ1-K 500/700 V de 300 mm2		40	12,28	491,2
	%	Mano de obra para la instalación, incluyendo pequeñas ayudas de albañilería y señalización		0,25	6366,36	1591,59
2.5		Alumbrado		1		
2.4.1	Ud	Luminaria de alumbrado general		1080	54,21	58546,8
		Grupo electrogeno fijo sobre bancada de funcionamiento automático, trifásico de 230/400 V de tensión, de 700 kVA de potencia, compuesto por alternador sin escobillas de 50 Hz de frecuencia; motor diesel de 1500 r.p.m. refrigerado por agua, con silenciador y depósito de combustible; cuadro eléctrico de control; y cuadro de conmutación con conmutadores de accionamiento motorizado calibrados a 1000 A. Totalmente instalado y en funcionamiento, incluso ayudas de albañilería e				
2.4.2	Ud	Luminaria autonomía de socorro		1080	47,25	51030
		Batería automática de condensadores, Circutor (o similar) para 450 kVAR de potencia reactiva, de 6 escalones con una relación de potencia entre condensadores de 1:2:2:2:2, para alimentación trifásica a 400 V de tensión y 50 Hz de frecuencia, compuesta por armario metálico con grado de protección IP21, de 1180x360x1650 mm; condensadores regulador de energía reactiva con pantalla de cristal líquido contactores con bloque de preinserción y resistencia de descarga rápida; y fusibles				
2.4.2	Ud	Luminaria de emergencia		360	87,22	31399,2
		Batería automática de condensadores, Circutor (o similar) para 450 kVAR de potencia reactiva, de 6 escalones con una relación de potencia entre condensadores de 1:2:2:2:2, para alimentación trifásica a 400 V de tensión y 50 Hz de frecuencia, compuesta por armario metálico con grado de protección IP21, de 1180x360x1650 mm; condensadores regulador de energía reactiva con pantalla de cristal líquido contactores con bloque de preinserción y resistencia de descarga rápida; y fusibles				

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

TRABAJO DE FIN DE GRADO RUBÉN SERRANO FERNÁNDEZ ULL
TREN DEL SUR DE TENERIFE TRAMO 8
MEDICIONES

CAPÍTULO	Ud	Resumen	CanPres	Pres	ImpPres
3		VENTILACIÓN Y EXTRACCIÓN		1	
3.1		EQUIPOS		1	
1.1.1	MI	Ventilador sodeca THT Pozo Adeje general + galería de servicios Ventiladores helicoidales tubulares con carcasa corta, para trabajar inmersos en zonas de riesgo de incendios 400°C/zh. THT/ATEX: con certificación ATEX categoría 3 Ex II3G. De acuerdo R.E.B.T. Itc 29 ATEX para aparcamientos clasificados Zona 2. incluso parte proporcional de soportación en perfil estructural de aluminio, antivibratorios de goma y pequeñas ayudas de albañilería. Totalmente instalado y puesto en marcha.	8,00	16.060,17	128.481,36
1.1.2	MI	Ventilador sodeca THT Pozo Los Cristianos general + galería de servicio Ventiladores helicoidales tubulares con carcasa corta, para trabajar inmersos en zonas de riesgo de incendios 400°C/zh. THT/ATEX: con certificación ATEX categoría 3 Ex II3G. De acuerdo R.E.B.T. Itc 29 ATEX para aparcamientos clasificados Zona 2. incluso parte proporcional de soportación en perfil estructural de aluminio, antivibratorios de goma y pequeñas ayudas de albañilería. Totalmente instalado y puesto en marcha.	8,00	16.060,17	128.481,36
3.2		CHIMENEA		1	
3.2.1	MI	Chimenea vertical para gases de escape del GE y GPCI Chimeneas de acero inoxidable marca DINAK mod DP, Ø interior 200mm, aisladas con manta de fibra de vidrio y forro de plancha de acero inoxidable, con drenaje para evacuación de condensados y decantación de hollín, incluidos codos, caperuza, fijaciones y accesorios necesarios para su perfecta instalación y conexión. SE ADMITIRAN OPCIONALES DE LAS MISMAS CARACTERÍSTICAS MARCA JEREMIAS	47,00	108,36	5.092,92

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
Adeje para el tren del sur.

RESUMEN POR CAPITULOS:

1. Contra incendios.....665.578,06€

2. Electricidad.....1.011.690,37€

3. Ventilación.....262.055,64€

Por lo tanto, el total de la instalación objeto de estudio del presente proyecto tiene un coste material y de mano de obra de **1.939.324,04€**.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45

Instalaciones del túnel Los Cristianos-
Adeje para el tren del sur.

7. PLANOS

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

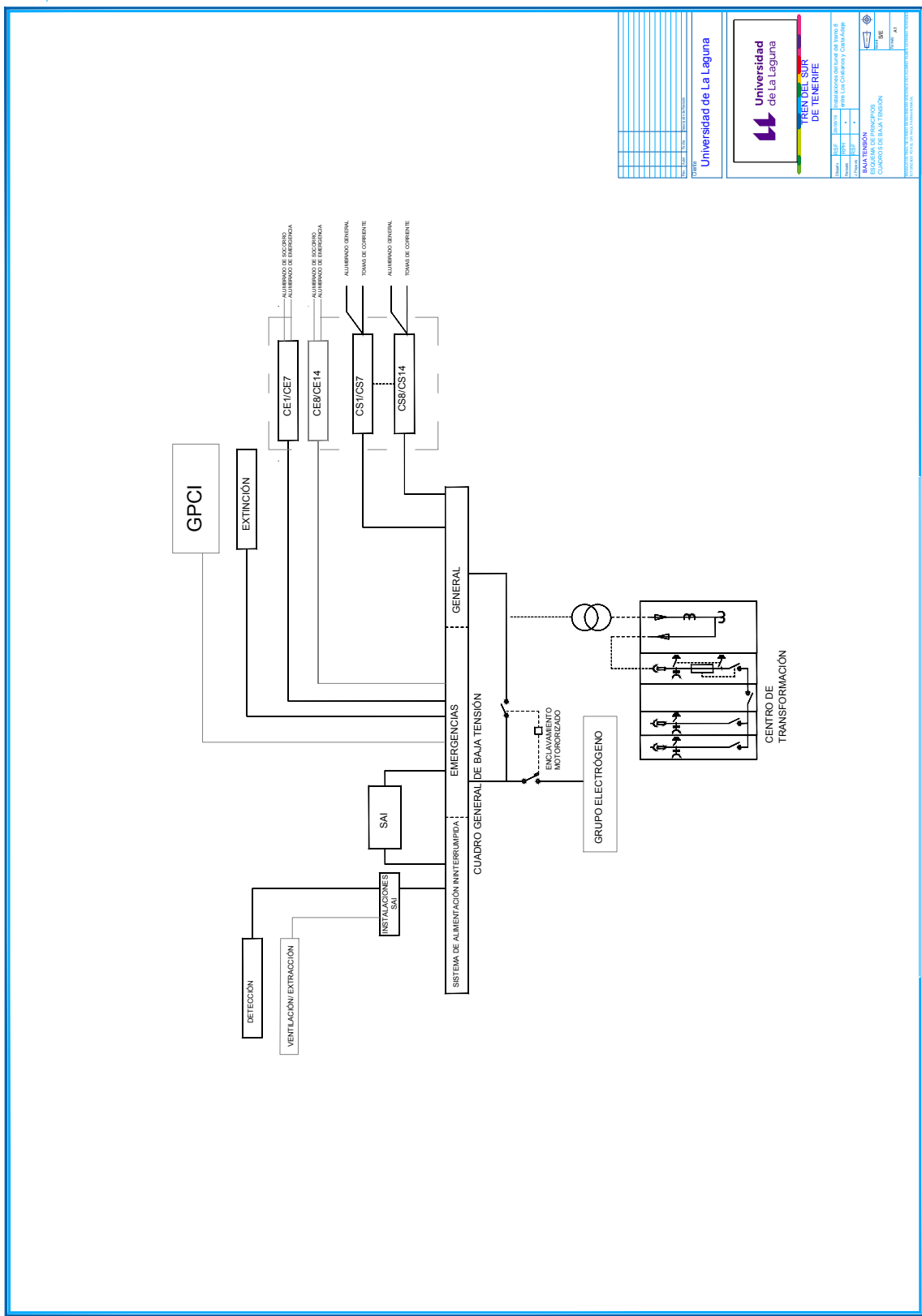
Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45



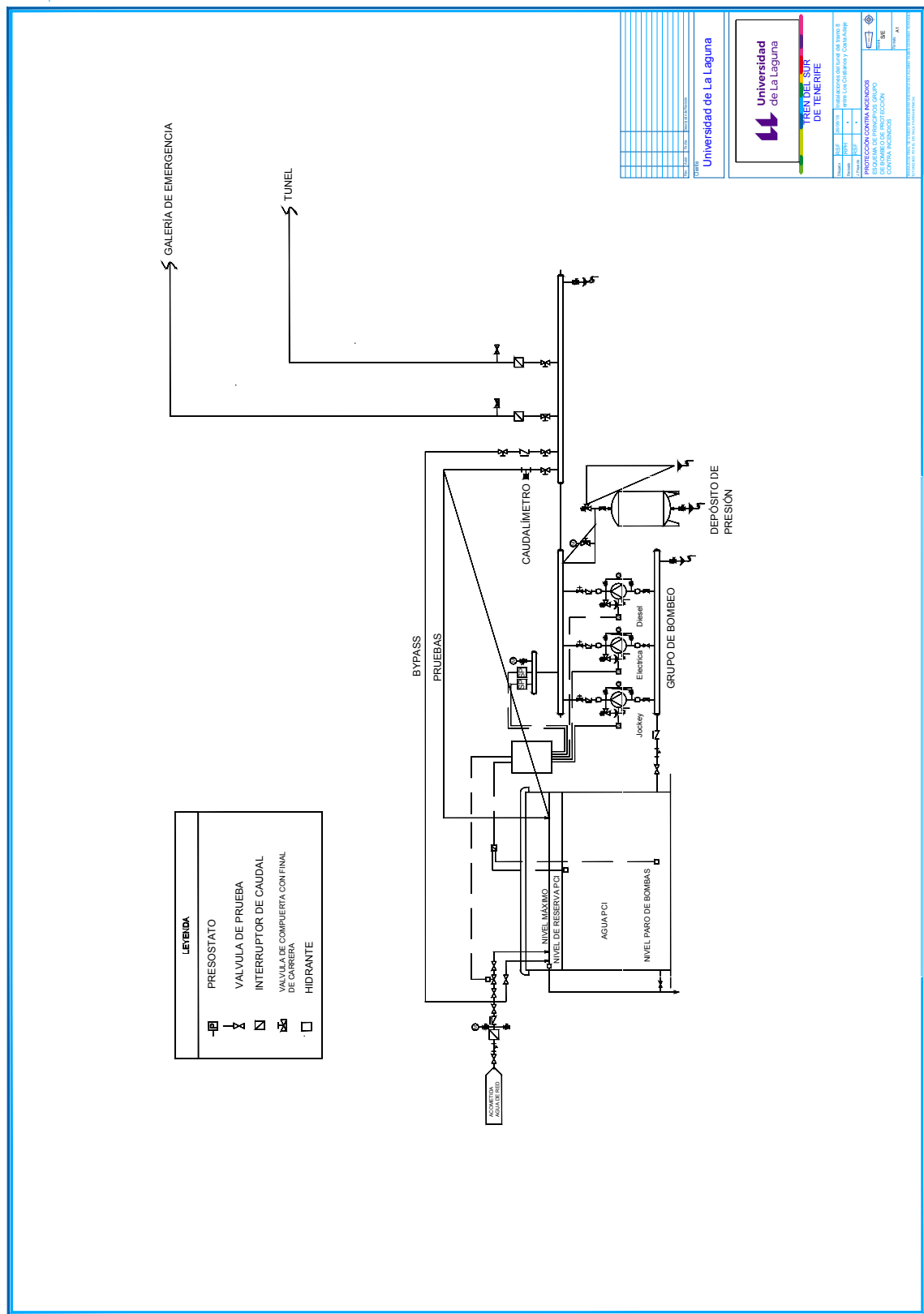
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	
TREN DEL SUR DE TENERIFE	
Instalación del Bus de Energía B entre Los Colegios y Colegio Apto	01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100
ESCUELA DE PRINCIPIOS CUADRO DE BAJA TENSION	01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205 Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ Fecha 2018/09/09 20:29:36
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Raúl Parra Hermida 2018/09/09 20:47:45
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA



Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

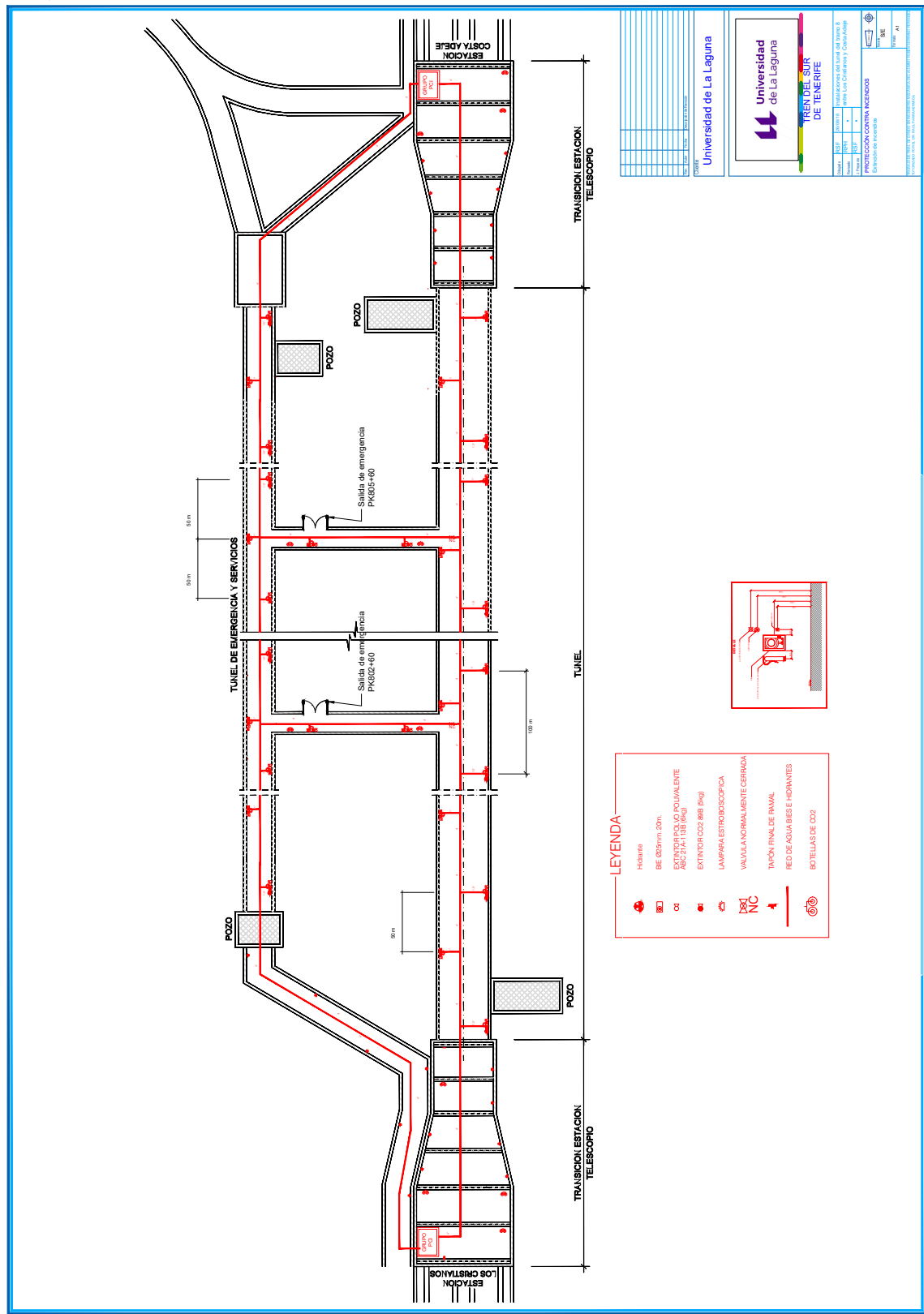
Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45



Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

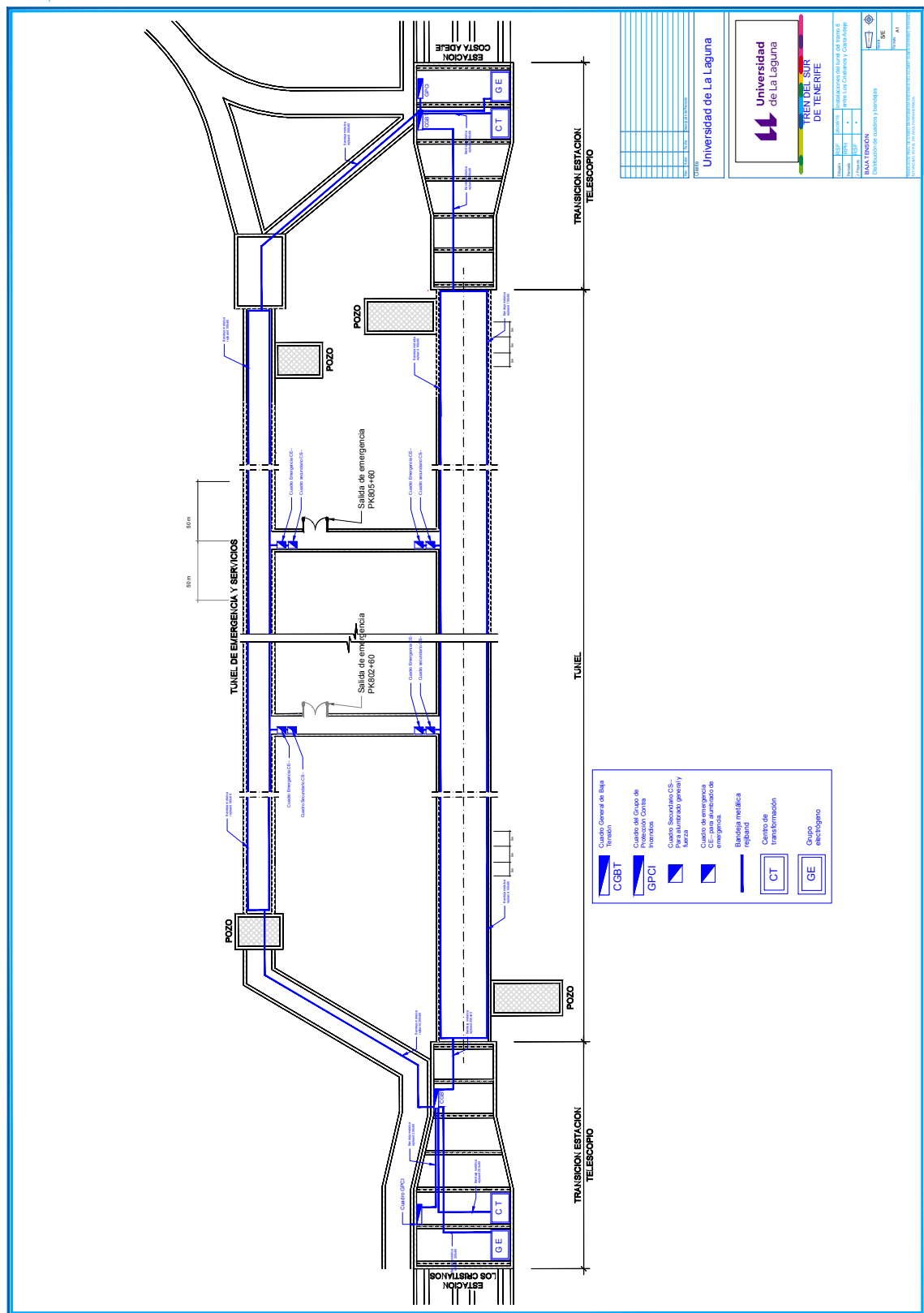
Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45



Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

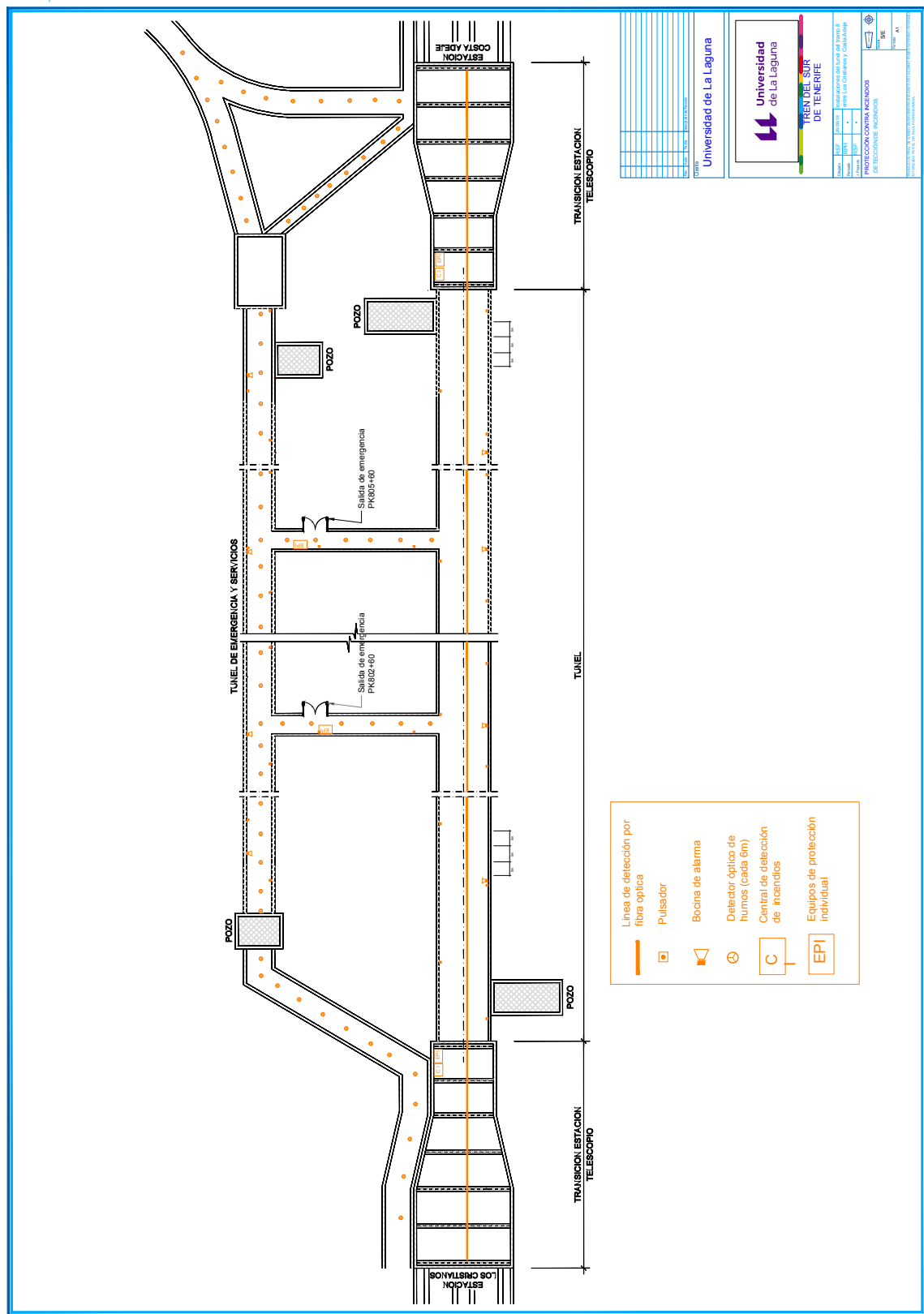
Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45



Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

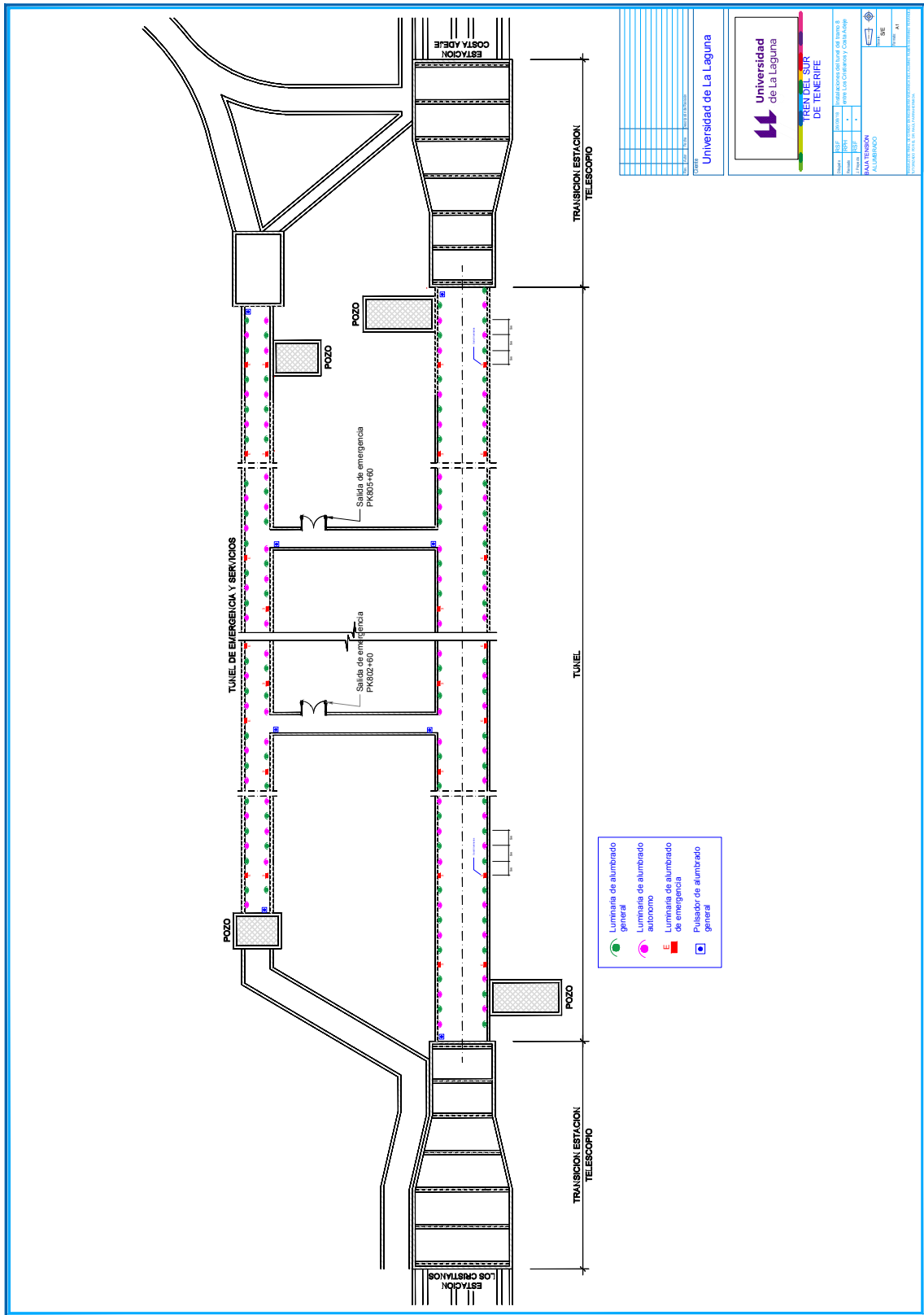
Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

2018/09/09 20:47:45



Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205

Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

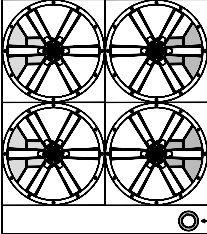
Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

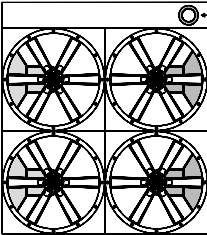
2018/09/09 20:47:45

POZOS EN TÚNEL PRINCIPAL

ADEJE



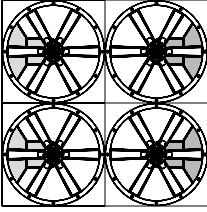
LOS CRISTIANOS



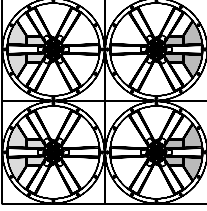
Salida de humos del
CE y GFCI A.INOX
D200

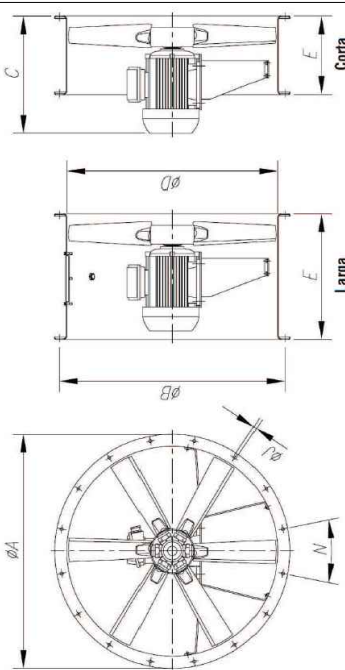
POZOS EN GALERÍA DE SERVICIOS

ADEJE





LOS CRISTIANOS





Dimensiones (en mm)									
MODELO	ØA	ØB	C	ØD	E larga	E corta	ØJ	N	
THT-160	1735	1680	985	1600	1000	600	19	24x15'	

 <p>Universidad de La Laguna</p>	 <p>Universidad de La Laguna</p>
---	---

TREN DEL SUR
DE TENERIFE

INSTRUMENTACIÓN DEL BARRIO 8
entre Los Cristianos y Costa Adeje

VENTILACION Y EXTRACCION
EQUIPOS

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1521205
Código de verificación: 527av9uD

Firmado por: RUBEN SERRANO FERNANDEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA
Fecha 2018/09/09 20:29:36

Raúl Parra Hermida
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA
2018/09/09 20:47:45