

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS  
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN**

**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**



***Trabajo Fin de Grado***

**AMPLIACIÓN DEL POLÍGONO INDUSTRIAL  
DE LAS MARISMAS DE SANTOÑA**

**Extension of the industrial estate of Las  
Marismas Santoña**

Para acceder al Título de

**GRADUADO EN INGENIERÍA EN  
TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES**

**Autor: Alejandro Cagigas Ruiz-Lazcano**

**Julio – 2017**

TÍTULO	<b>Ampliación polígono industrial de Las Marismas de Santoña</b>		
AUTOR	<b>Alejandro Cagigas Ruiz-Lazcano</b>		
DIRECTOR / PONENTE	<b>Alfredo Madrazo Maza</b>		
TITULACIÓN	<i>Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales</i>	FECHA	07/07/2017

## **PALABRAS CLAVE**

Polígono industrial.

Ampliación.

Trabajo fin de grado.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El pésimo estado en el que se encuentran las antiguas fábricas conserveras situadas en frente del puerto pesquero, y la importante industria de éste sector en la villa marinera hace posible que una remodelización de esta zona sea factible.

Actualmente, en esta zona solo queda como edificio funcional el Centro de Salud. No obstante, está proyectado un nuevo centro en otra ubicación dentro de la villa, lo que posibilitaría el saneamiento y la construcción de un nuevo polígono industrial en un enclave estratégico.

## **DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

El presente proyecto tiene como objeto establecer y justificar todos los datos necesarios para la construcción de un nuevo polígono industrial en Santoña, con el fin de mejorar, aún más, la ya potente industria conservera.

Además del citado polígono industrial, el proyecto se completaría con una línea soterrada que uniría el centro de transformación número 2 del polígono ya existente con los nuevos centros de transformación.

El proyecto está constituido por 7 documentos:



- DOCUMENTO Nº1: MEMORIA
- DOCUMENTO Nº2: CÁLCULOS
- DOCUMENTO Nº3: PLANOS
- DOCUMENTO Nº4: PLIEGO DE CONDICIONES
- DOCUMENTO Nº5: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD
- DOCUMENTO Nº6: PRESUPUESTO
- DOCUMENTO Nº7: BIBLIOGRAFÍA

## CONCLUSIONES / PRESUPUESTO

El presupuesto de ejecución de material, formado por cuatro capítulos (Red de Baja tensión, Centro de Transformación, Red de Media Tensión y Alumbrado exterior) asciende a la cantidad de **482.409,12 €**

A continuación, se suma a la cantidad anterior los gastos generales y el beneficio industrial que representan el 13% y 6% del presupuesto de ejecución material, así como el correspondiente IVA, obteniéndose el presupuesto de ejecución por contrata de **694.617,04 €**

## BIBLIOGRAFÍA

## NORMATIVA

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 3275/1982 de 12 de noviembre, reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Centrales Eléctricas y Centros de Transformación. Correcciones de errores y modificaciones posteriores.



- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre sobre Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimiento de autorización de Instalaciones de Energía eléctrica
- Ley 54/1997 de 12 de diciembre de Reforma del Marco Normativo de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Y todas las actualizaciones que lo afectan.
- Real Decreto. 1627/1997, de 24 de octubre, sobre Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en obras de construcción. Modificaciones efectuadas por: Real Decreto 604/2006. Y todas las actualizaciones que lo afectan.
- Real Decreto 614/2001 de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Normas UNE.
- Normas particulares de la Empresa Distribuidora.
- Recomendaciones UNESA en vigor.

#### LIBROS DE CONSULTA

- Simón Comín, P.; Garnacho Vecino, F.; Moreno Mohíno, J y González Sanz, A., *Cálculo y diseño de líneas eléctricas de alta tensión*, Editorial Garceta
- Checa, L.M., *Líneas de transporte de energía*, Editorial Marcombo Boixareu
- Madrazo Maza A., *Apuntes de Sistemas de Potencia*.
- Madrazo Maza A., *Apuntes de Tecnología Eléctrica*.

#### PÁGINAS WEB

- <http://mapas.cantabria.es/>
- <http://www.sican.es/>
- <http://www.insht.es/portal/site/Insht/menuitem.1f1a3bc79ab34c578c2e8884060961ca/?vgnnextoid=15c6fcd314cc5110VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD&vgnnextchannel=ff3cc6b33a9f1110VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD>



&nodoSel=2521ed158201a110VgnVCM1000000d02350a\_\_\_\_&tab=tab  
ConsultaIndice

- [http://www.f2i2.net/legislacionseguridadindustrial/rebt\\_guia.aspx](http://www.f2i2.net/legislacionseguridadindustrial/rebt_guia.aspx)
- <http://www.cantabria102municipios.com>
- [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/001a100/ntp\\_073.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/001a100/ntp_073.pdf)
- <http://www.sedecatastro.gob.es/>
- <http://www.atpiluminacion.com/atlas-plus.html>
- <https://www.arelsa.es/>
- <https://www.ormazabal.com/sites/default/files/descargas/IG-032-ES-04.pdf>
- <http://www.lighting.philips.es/prof/luminarias-de-externo/alumbrado-publico-y-residencial/luminarias-publico-y-residencial/iridium/iridium-sgs252-452>
- [http://www.generadordeprecios.info/obra\\_nueva/Acondicionamiento\\_del\\_terreno/AD\\_Movimiento\\_de\\_tierras\\_en\\_edifi/Excavaciones/Excavacion\\_manual\\_a\\_cielo\\_abierto.html](http://www.generadordeprecios.info/obra_nueva/Acondicionamiento_del_terreno/AD_Movimiento_de_tierras_en_edifi/Excavaciones/Excavacion_manual_a_cielo_abierto.html)
- [http://www.adelec-grc.com/Documents/Adelec\\_2011.pdf#page=13](http://www.adelec-grc.com/Documents/Adelec_2011.pdf#page=13)

## CATÁLOGOS

- PRYSMIAN (Cables)
- GENERAL CABLE (Cables)
- ORMAZÁBAL (Centros de Transformación)

## PROGRAMAS

- DIALux EVO
- AutoCAD 2017

## OTROS

- Proyectos Tipo ENDESA
- Proyectos Tipo IBERDROLA

## **DOCUMENTOS DEL PROYECTO**

1. MEMORIA
2. CÁLCULOS
3. PLANOS
4. PLIEGO DE CONDICIONES
5. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD
6. PRESUPUESTO
7. BIBLIOGRAFÍA

# MEMORIA

## ÍNDICE

1 ANTECEDENTES .....	4
2 OBJETO .....	4
3 SITUACIÓN.....	5
4 ALTERNATIVAS .....	5
5 NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN .....	5
6 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN .....	6
7 RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN .....	6
7.1 INTRODUCCIÓN .....	6
7.2 CRITERIOS DE DISEÑO .....	7
7.3 TRAZADO DE LA LÍNEA .....	8
7.4 CANALIZACIONES.....	8
7.5 CRUZAMIENTOS .....	11
7.6 PROXIMIDADES Y PARALELISMOS.....	11
7.7 CONDUCTOR.....	13
7.8 ACCESORIOS .....	14
7.9 CONTINUIDAD DEL NEUTRO .....	15
7.10 PUESTA A TIERRA .....	15
7.11 PROTECCIONES SOBRE LOS CONDUCTORES.....	16
8 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.....	17
8.1 GENERALIDADES.....	17
8.2 NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN.....	18
8.3 SITUACIÓN.....	19
8.4 POTENCIA A INSTALAR.....	19
8.5 CARACTERÍSTICAS DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN .....	20
8.6 APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN .....	23

**TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T**  
**AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA**

---

8.7 CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LA APARAMENTA DE MT Y TRANSFORMADORES .....	25
8.8 CUADROS DE BT.....	28
8.9 PUESTA A TIERRA .....	29
8.10 INSTALACIONES SECUNDARIAS.....	30
9 RED SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN.....	32
9.1 GENERALIDADES.....	32
9.2 CRITERIOS DE DISEÑO .....	32
9.3 TRAZADO DE LA LÍNEA .....	33
9.4 CONDUCTOR.....	33
9.5 CANALIZACIONES.....	34
9.6 CRUZAMIENTOS .....	36
9.7 PROXIMIDADES Y PARALELISMOS.....	36
9.8 PROTECCIONES .....	36
9.9 EMPALMES Y TERMINACIONES .....	38
9.10 PUESTA A TIERRA .....	39
9.11 RESUMEN .....	39
10 ALUMBRADO EXTERIOR .....	39
10.2 CRITERIOS DE DISEÑO .....	40
10.3 REGLAMENTO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR .....	40
10.4 DISTRIBUCIÓN DE LAS INSTALACIONES .....	44
11 RESUMEN DEL PRESUPUESTO .....	55
12 CONCLUSIONES.....	56

## **1 ANTECEDENTES**

El pésimo estado en el que se encuentran las antiguas fábricas de conservas frente al puerto pesquero en Santoña, sumado al traslado a otra zona del Centro de Salud, que está situado en éste área, hace posible la ampliación del polígono industrial de Las Marismas de Santoña.

Una de las grandes ventajas de la ampliación del nuevo polígono es la situación en la que se encuentra, ya que está situado a apenas unas decenas de metros de la lonja de la villa, lo que facilitaría, en caso de que se instalen empresas conserveras, el traslado del material hasta sus fábricas.



## **2 OBJETO**

El presente proyecto tiene como objeto establecer y justificar todos los datos constructivos que presenta la ejecución de la ampliación del polígono industrial ya existente frente al puerto pesquero de Santoña.

Dicho polígono será alimentado a través de una línea subterránea de MT desde el centro de transformación nº2 del polígono de Las Marismas de Santoña,

# **TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T**

## **AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA**

---

propiedad de E.ON, hasta los dos centros de transformación proyectados que abastecerán a la futura ampliación.

El proyecto, además, tiene como objeto el de servir como trabajo fin de grado para la obtención del título de graduado en Ingeniería en Tecnologías Industriales por la Universidad de Cantabria.

### **3 SITUACIÓN**

El polígono se sitúa al oeste del núcleo urbano de Santoña, como se aprecia en el documento Planos, en frente del puerto pesquero de la villa marinera. Santoña, es una localidad situada en la costa oriental de la comunidad autónoma de Cantabria, famosa por su tradición pesquera.

La forma más sencilla de acceder al nuevo polígono es por la CA-241 que une la N-634 con la localidad.

### **4 ALTERNATIVAS**

El escaso suelo libre existente en Santoña debido a la situación geográfica en la que se encuentra, hace que la búsqueda de alternativas para la ampliación fuese complicada. Por ello, se decidió reconstruir una zona ya ocupada pero que estaba totalmente en ruinas.

### **5 NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN**

A la hora de realizar el presente proyecto se han tenido en cuenta las siguientes reglamentaciones y normativas:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión aprobado por el Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.

# **TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T**

## **AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA**

---

- Reglamento de Eficiencia Energética del Alumbrado Exterior (Real Decreto 1890/2008, 14 de noviembre).
- Instrucciones para Alumbrado Público Urbano editadas por la Gerencia de Urbanismo del Ministerio de Vivienda en el año 1965.
- Normas Tecnológicas de la Edificación NTE IEE – Alumbrado Exterior (BOE 12.8.78).
- Normas Técnicas particulares de la empresa distribuidora local.
- Normalizaciones UNE y Recomendaciones UNESA.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.

## **6 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN**

Para la realización del nuevo polígono es necesario el diseño y realización de las siguientes instalaciones:

- Línea de MT subterránea de 12/20 kV desde el Centro de Transformación número 2 del polígono ya existente hasta los dos centros de transformación del nuevo polígono.
- Cálculo y selección de los Centros de Transformación de MT/BT.
- Red subterránea en Baja Tensión 400/230 V para el suministro eléctrico a las naves industriales.
- Red subterránea en Baja Tensión 400/230 V para el alumbrado público del nuevo polígono.

## **7 RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN**

### **7.1 INTRODUCCIÓN**

# **TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T**

## **AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA**

---

La red subterránea de Baja Tensión transcurrirá desde el Centro de Transformación número 1 y el Centro de Transformación número 2 hasta la Caja General de Protección de cada nave industrial.

El conductor seleccionado será el RV 0,6/1 kV 3x240 1x150 Al, cumpliendo los requisitos especificados en la parte correspondiente de la Norma UNE-HD 603.

El sistema será trifásico con tensión 230/400 V y neutro puesto a tierra. Las líneas tendrán protección contra cortocircuitos y sobrecargas mediante fusibles colocados en el cuadro de distribución del Centro de Transformación número 1.

### **7.2 CRITERIOS DE DISEÑO**

A la hora de diseñar la red subterránea de baja tensión se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- La tensión nominal será de 230/400 V.
- La carga total prevista en una zona de viviendas y/o industrias y oficinas será la suma de las cargas correspondientes a las viviendas, a los locales comerciales, oficinas e industrias y a los servicios generales de la zona en estudio. La carga a considerar en el cálculo de las líneas y acometidas de BT se determinará en función de la previsión de cargas tal como se establece en la ITC-BT-10 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- La caída de tensión y pérdida de potencia admisibles en la red de distribución de BT, incluida la acometida, no serán superiores al 7 %. Este valor será el máximo que se podrá alcanzar por la suma de la red general y las derivaciones, tanto existentes como futuras
- Cuando el proyecto sea de una derivación a conectar a una línea ya existente, la caída de tensión admisible en la derivación se condicionará de forma que, sumado al de la línea ya existente hasta el tramo de derivación, no supere el 7% para las potencias transportadas en la línea y las previstas a transportar en la derivación.

# **TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T**

## **AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA**

---

- Se establece un factor de potencia de valor  $\cos \varphi = 0,8$  para áreas de uso prioritariamente industrial, agrícola, ganadero, u otros usos asimilables; y de  $\cos \varphi = 0,9$  para áreas de uso prioritariamente residencial y comercial.
- La resistencia lineal  $R$  del conductor varía con su temperatura, adoptando para el caso más desfavorable  $90 \Omega$ .
- La reactancia  $X$  de los conductores varía con el diámetro y la separación entre conductores, pero en el caso que nos ocupa es sensiblemente constante al estar los conductores en contacto mutuo. Por ello se adopta el valor  $X = 0,1 \Omega/\text{km}$ , que puede introducirse en los cálculos sin error apreciable.

Los conductores estarán en todos los casos suficientemente dimensionados para soportar la corriente de cortocircuito que se origine.

### **7.3 TRAZADO DE LA LÍNEA**

El trazado de la red se puede observar en el documento Planos. Siempre se busca que discurra por terrenos públicos y bajo las aceras. En nuestro caso, la línea tiene una longitud de 710 metros bajo acera y 50 metros bajo calzada.

### **7.4 CANALIZACIONES**

Las canalizaciones se dispondrán, en general, por terrenos de dominio público, y en zonas perfectamente delimitadas, preferentemente bajo las aceras. El trazado será lo más rectilíneo posible y a poder ser paralelo a referencias fijas como líneas en fachada y bordillos.

Asimismo, deberán tenerse en cuenta los radios de curvatura mínimos, fijados por los fabricantes (o en su defecto los indicados en las normas de la serie UNE 20.435), a respetar en los cambios de dirección.

En la etapa de proyecto se deberá consultar con las empresas de servicio público y con los posibles propietarios de servicios para conocer la posición de sus instalaciones en la zona afectada. Una vez conocida, antes de proceder a

la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto en el proyecto.

Los cables aislados podrán instalarse de cualquiera de las maneras indicada a continuación:

#### **7.4.1 Directamente enterrados**

La profundidad, hasta la parte inferior del cable, no será menor de 0,60 m en acera, ni de 0,80 m en calzada.

Cuando existan impedimentos que no permitan lograr las mencionadas profundidades, éstas podrán reducirse, disponiendo protecciones mecánicas.

Para conseguir que el cable quede correctamente instalado sin haber recibido daño alguno, y que ofrezca seguridad frente a excavaciones hechas por terceros, en la instalación de los cables se seguirán las instrucciones descritas a continuación:

- El lecho de la zanja que va a recibir el cable será liso y estará libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. En el mismo se dispondrá una capa de arena de mina o de río lavada, de espesor mínimo 0,05 m sobre la que se colocará el cable. Por encima del cable irá otra capa de arena o tierra cribada de unos 0,10 m de espesor. Ambas capas cubrirán la anchura total de la zanja, la cual será suficiente para mantener 0,05 m entre los cables y las paredes laterales.
- Por encima de la arena todos los cables deberán tener una protección mecánica, como por ejemplo, losetas de hormigón, placas protectoras de plástico, ladrillos o rasillas colocadas transversalmente. Podrá admitirse el empleo de otras protecciones mecánicas equivalentes. Se colocará también una cinta de señalización que advierta de la existencia del cable eléctrico de baja tensión. Su distancia mínima al suelo será de 0,10 m, y a la parte superior del cable de 0,25 m.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

- Se admitirá también la colocación de placas con la doble misión de protección mecánica y de señalización.

### 7.4.2 Canalizaciones entubadas

Serán conformes con las especificaciones del apartado 1.2.4.de la ITC-BT-21. No se instalará más de un circuito por tubo.

En la tabla 9 de la ITC-BT-21 se recogen los diámetros exteriores de los tubos en función de la sección de los conductores y el número de conductores.

Sección nominal de los conductores unipolares (mm <sup>2</sup> )	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	< 6	7	8	9	10
1,5	25	32	32	32	32
2,5	32	32	40	40	40
4	40	40	40	40	50
6	50	50	50	63	63
10	63	63	63	75	75
16	63	75	75	75	90
25	90	90	90	110	110
35	90	110	110	110	125
50	110	110	125	125	140
70	125	125	140	160	160
95	140	140	160	160	180
120	160	160	180	180	200
150	180	180	200	200	225
185	180	200	225	225	250
240	225	225	250	250	--

Figura 1: Diámetro exterior mínimo de los tubos en función del número y sección de los conductores (Fuente:ITC-BT-21)

Las líneas entubadas se enterrarán a una profundidad mínima de 60 cm, con una resistencia suficiente a las solicitaciones a las que se han de someter durante su instalación.

Se evitarán, en lo posible, los cambios de dirección de los tubos. En los puntos donde se produzcan y para facilitar la manipulación de los cables, se dispondrán arquetas con tapa, registrables o no.

Para facilitar el tendido de los cables, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro, como máximo cada

40 m. Esta distancia podrá variarse de forma razonable, en función de derivaciones, cruces u otros condicionantes viarios. A la entrada en las arquetas, los tubos deberán quedar debidamente sellados en sus extremos para evitar la entrada de roedores y de agua.

## **7.5 CRUZAMIENTOS**

Se seguirán las condiciones indicadas en el capítulo 2.2.1 de la ITC-BT-07 para cruzamientos en redes subterráneas de baja tensión.

Los cables se colocarán en el interior de tubos protectores conforme con lo establecido en la ITC-BT-21, recubiertos de hormigón en toda su longitud a una profundidad mínima de 0,80 m. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

## **7.6 PROXIMIDADES Y PARALELISMOS**

Los cables subterráneos de baja tensión directamente enterrados deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, procurando evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

### **7.6.1 Otros cables de energía eléctrica**

Los cables de baja tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,10 m con los cables de baja tensión y 0,25 m con los cables de alta tensión. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2.

En el caso de que un mismo propietario canalice a la vez varios cables de baja tensión, podrá instalarlos a menor distancia, incluso en contacto.

### **7.6.2 Cables de telecomunicación**

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2.

### **7.6.3 Canalizaciones de agua**

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal, y que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias principales de agua se dispondrán de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de baja tensión.

### **7.6.4 Canalizaciones de gas**

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de gas será de 0,20 m, excepto para canalizaciones de gas de alta presión (más de 4 bar), en que la distancia será de 0,40 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables

**TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T**  
**AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA**

---

directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal. Por otro lado, las arterias importantes de gas se dispondrán de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de baja tensión.

### 7.7 CONDUCTOR

El conductor que emplearemos para la red subterránea de baja tensión será de Aluminio homogéneo, tipo RV, tensión nominal 0,6/1 kV, con aislamiento de polietileno reticulado XLPE y cubierta de policloruro de vinilo PVC.

La sección del conductor de fase será de 240 mm<sup>2</sup>, mientras que la sección del neutro será de 150 mm<sup>2</sup>.

Por lo tanto, nuestro conductor elegido es el RV 0,6/1 kV 3x240 + 1x150, y la intensidad máxima admisible de este conductor viene recogida en la tabla siguiente.

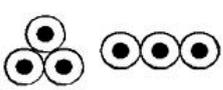
SECCIÓN NOMINAL mm <sup>2</sup>	Terna de cables unipolares (1) (2)			1 cable tripolar o tetrapolar (3)		
						
	TIPO DE AISLAMIENTO					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
16	97	94	86	90	86	76
25	125	120	110	115	110	98
35	150	145	130	140	135	120
50	180	175	155	165	160	140
70	220	215	190	205	220	170
95	260	255	225	240	235	210
120	295	290	260	275	270	235
150	330	325	290	310	305	265
185	375	365	325	350	345	300
<b>240</b>	<b>430</b>	420	380	405	395	350
300	485	475	430	460	445	395
400	550	540	480	520	500	445
500	615	605	525	-	-	-
630	690	680	600	-	-	-

Figura 2: Intensidad máxima admisible en conductores de aluminio (Fuente: ITC-BT-07)

La intensidad máxima admisible para el cable seleccionado es de **430 A**.

Los conductores a emplear reunirán las características recogidas en la Norma NE-CABT de la empresa suministradora.

## **7.8 ACCESORIOS**

Los empalmes, terminales y derivaciones, se elegirán de acuerdo a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.).

### **7.8.1 Terminales**

Los terminales serán a compresión, los cuales están destinados a conectar los conductores con las cajas o cuadros que contienen a los fusibles de protección.

### **7.8.2 Derivaciones**

Debido al sistema de distribución mediante entrada y salida en las distintas cajas de distribución de red y/o cajas generales de protección de los consumidores, solamente se emplearán derivaciones en casos excepcionales debidamente justificados y siempre bajo la expresa autorización de la empresa suministradora.

De ser el caso, las derivaciones se efectuarán sin tracción mecánica, con conectores por perforación del aislamiento en redes y acometidas o con conectores por presión con pelado de cable y restitución del aislamiento mediante manguitos aislantes termorretráctiles del diámetro adecuado a la sección de los conductores.

### **7.8.3 Empalmes**

Se utilizarán manguitos preaislados a compresión, los cuales se instalarán en puntos de la instalación no sometidos a tracción mecánica. También se permite

la realización de empalmes con manguitos desnudos y aplicación de aislamiento mediante manguitos aislantes termorretráctiles del diámetro adecuado a la sección de los conductores.

## **7.9 CONTINUIDAD DEL NEUTRO**

El conductor neutro no podrá ser interrumpido, salvo que ésta interrupción sea realizada con alguno de los dispositivos siguientes:

- Interruptores o seccionadores omnipolares que actúen sobre el neutro y las fases al mismo tiempo (corte omnipolar simultáneo), o que conecten el neutro antes que las fases y desconecten éstas antes que el neutro.
- Uniones amovibles en el neutro próximas a los interruptores o seccionadores de los conductores de fase, debidamente señalizadas, y que sólo puedan ser maniobradas mediante herramientas adecuadas, no debiendo, en éste caso, ser seccionado el neutro sin que lo estén previamente las fases, ni conectadas éstas sin haberlo sido.

## **7.10 PUESTA A TIERRA**

Con objeto de limitar la tensión que con respecto a tierra pueda presentarse, se dispondrán puestas a tierra del conductor neutro.

El conductor neutro, además de la puesta a tierra del centro de transformación, se pondrá a tierra en otros puntos, y como mínimo, una vez cada 500 m de longitud de la línea, eligiendo con preferencia las arquetas de donde partan derivaciones importantes.

Asimismo, el neutro se conectará a tierra a lo largo de la red, en todas las cajas generales de protección, en las cajas generales de protección medida, y en las cajas y armarios de distribución y/o seccionamiento; consistiendo dicha puesta a tierra en una pica, unida al borne del neutro mediante un conductor aislado de 50 mm<sup>2</sup> de Cu, como mínimo.

# **TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T**

## **AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA**

---

El electrodo de tierra estará formado por piquetas de 2 m de longitud de acero-cobre hincadas directamente sobre el terreno de tal modo que la parte superior de la piqueta quede a una profundidad igual o mayor a 50 cm, salvo cuando se instalen en el interior de arquetas en cuyo caso la parte superior de la pica será visible en el interior de la arqueta.

Los conductores de los circuitos de tierra tendrán un buen contacto eléctrico, tanto, con las partes a proteger como con los electrodos. Estas conexiones se efectuarán por medio de piezas de empalme adecuadas, asegurando las superficies de contacto de forma que la conexión sea efectiva por medio de grapas de conexión atornilladas, elementos de compresión o soldadura aluminotérmica de alto punto de fusión. Quedando terminantemente prohibido el empleo de soldadura de bajo punto de fusión.

La línea de enlace con el electrodo deberá ser lo más corta posible y sin cambios bruscos de dirección, no debiendo estar sujeta a esfuerzos mecánicos.

El valor de la resistencia de puesta a tierra general deberá ser inferior a 20  $\Omega$ .

### **7.11 PROTECCIONES SOBRE LOS CONDUCTORES**

De acuerdo a la ITC-BT-22 el circuito deberá estar protegido contra los efectos de las sobrecargas que puedan presentarse en el mismo. Por lo tanto la instalación constará de los siguientes sistemas de protección:

- Protección contra sobrecargas: Esta protección limitará que la cantidad de intensidad que circule por el conductor no supere la intensidad admisible de este.
- Protección contra cortocircuitos: Mediante dispositivos de protección cuya capacidad de corte este de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda aparecer.

Para cumplir las exigencias impuestas en cuanto a protección se utilizarán fusibles calibrados convenientemente y que se encontraran ubicados en el

cuadro de baja tensión situado en el centro de transformación prefabricado de hormigón.

## **8 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN**

### **8.1 GENERALIDADES**

Las naves se identifican como edificios destinados a la concentración de industrias según la ITC-BT-10. La previsión de potencia para este tipo de edificios es de 125 W/m<sup>2</sup> y planta, con un mínimo de 10.350 W por local y un coeficiente de simultaneidad igual a 1.

Los Centros de transformación son de tipo compañía, con el objeto de suministrar energía, sin necesidad de medición de la misma.

La red de alimentación de los Centros de Transformación es subterránea, a una tensión de 15 kV, frecuencia de 50 Hz y tensión de salida de 400/230 V.

Se instalarán dos Centros de Transformación prefabricados tipo monobloque **modelo PFU-5**. Cada centro de transformación contará con dos transformadores. El centro de transformación nº1 contará con dos transformadores de 630 kVA, mientras que el centro de transformación nº 2 dispondrá de dos transformadores de 400 kVA.



*Figura 3: Centro transformación tipo PFU-5*

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

Los tipos generales de equipos de Media Tensión empleados en este proyecto son **CGMCOSMOS**, que se trata de celdas modulares de aislamiento y corte en gas, extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

La configuración eléctrica del Centro de Transformación será del tipo:

- 2 Celdas de línea.
- 2 Celdas de protección.
- 2 Transformadores.
- 2 Cuadros de baja tensión de hasta 8 salidas cada uno.

## 8.2 NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN

A parte de las distintas Normas de carácter general indicadas en el capítulo 5 de la Memoria, los Centros de Transformación prefabricados siguen las siguientes normas y recomendaciones:

Normas y recomendaciones de diseño del edificio:

- **CEI 62271-202 UNE-EN 62271-202.** Centros de Transformación prefabricados.
- **NBE-X.** Normas básicas de la edificación.

Normas y recomendaciones de diseño de aparataje eléctrica:

- **CEI 62271-1 UNE-EN 60694.** Estipulaciones comunes para las normas de aparataje de Alta Tensión.
- **CEI 61000-4-X UNE-EN 61000-4-X.** Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida.
- **CEI 62271-200 UNE-EN 62271-200 (UNE-EN 60298).** Aparataje bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
- **CEI 62271-102 UNE-EN 62271-102.** Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- **CEI 62271-103 UNE-EN 60265-1.** Interruptores de Alta Tensión. Interruptores de Alta Tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

- **CEI 62271-105 UNE-EN 62271-105.** Combinados interruptor - fusible de corriente alterna para Alta Tensión. Normas y recomendaciones de diseño de transformadores:
- **CEI 60076-X.** Transformadores de Potencia. Normas y recomendaciones de diseño de transformadores (aceite):
- **EN 50464-2-1:2007.** Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 a 2 500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material hasta 36 kV (Ratificada por AENOR en marzo de 2008).
- **UNE 21428-X-X.** Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 a 2 500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material hasta 36 kV.
- **UNE 21428** Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 a 2 500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV.

### 8.3 SITUACIÓN

En el documento Planos se puede ver la ubicación de los dos centros de transformación a instalar.

Para su ubicación se han seguido los siguientes criterios:

- Distribución de carga.
- Simetría.
- Posibilidad de ampliación.

La acometida a los centros de transformación será subterránea, se alimentarán formando una red anillada entre ellos.

### 8.4 POTENCIA A INSTALAR

Cada centro de transformación debe satisfacer unas potencias máximas simultáneas, que vienen indicadas en el anexo de Cálculos.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

Se instalarán dos centros de transformación de 1260 kVA y 800 kVA para atender a las necesidades de potencia. Cada centro de transformación constará de dos transformadores. Para el CT de 1260 kVA se emplearán dos transformadores de 630 kVA, y para el de 800 kVA se instalarán dos transformadores de 400 kVA.

### 8.5 CARACTERÍSTICAS DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

Edificio de Transformación: **PFU-5**

- Descripción

Los Edificios PFU para Centros de Transformación, de superficie y maniobra interior (tipo caseta), constan de una envolvente de hormigón, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos, desde la apartada de MT, hasta los cuadros de BT, incluyendo los transformadores, dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.

La principal ventaja que presentan estos edificios prefabricados es que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación.

Además, su cuidado diseño permite su instalación tanto en zonas de carácter industrial como en entornos urbanos.

- Envolvente

La envolvente de estos centros es de hormigón armado vibrado. Se compone de dos partes: una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo.

## **TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T**

### **AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA**

---

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm<sup>2</sup>. Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kΩ respecto de la tierra de la envolvente.

Las cubiertas están formadas por piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los orificios de paso para los cables de MT y BT. Estos orificios están semiperforados, realizándose en obra la apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispone de unos orificios semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores.

El espacio para el transformador, diseñado para alojar el volumen de líquido refrigerante de un eventual derrame, dispone de dos perfiles en forma de "U", que se pueden deslizar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

- Placa piso

Sobre la placa base y a una altura de unos 400 mm se sitúa la placa piso, que se sustenta en una serie de apoyos sobre la placa base y en el interior de las paredes, permitiendo el paso de cables de MT y BT a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

- Accesos

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones, las puertas del transformador (ambas con apertura de 180°) y las rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero.

Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas del Centro de Transformación. Para ello se utiliza una cerradura que

# **TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T**

## **AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA**

---

anclan las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.

- Ventilación

Las rejillas de ventilación natural están formadas por lamas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el Centro de Transformación y se complementa cada rejilla interiormente con una malla mosquitera.

- Acabado

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en el perímetro de la cubierta o techo, puertas y rejillas de ventilación.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

- Calidad

Estos edificios prefabricados han sido acreditados con el Certificado de Calidad ISO 9001.

- Alumbrado

El equipo va provisto de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro de BT, el cual dispone de un interruptor para realizar dicho cometido.

- Otros

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

- Cimentación

Para la ubicación de los edificios PFU para Centros de Transformación es necesaria una excavación sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

- Características Detalladas

Nº de transformadores: 2

Nº reserva de celdas: 1

Tipo de ventilación: Normal

Puertas de acceso peatón: 1 puerta

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

Dimensiones exteriores:

Longitud: 6080 mm

Fondo: 2380 mm

Altura: 3045 mm

Altura vista: 2585 mm

Peso: 17460 kg

Dimensiones interiores

Longitud: 5900 mm

Fondo: 2200 mm

Altura: 2355 mm

Dimensiones de la excavación:

Longitud: 6880 mm

Fondo: 3180 mm

Profundidad: 560 mm

### 8.6 APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN

Características Generales de los Tipos de Aparamenta Empleados en la Instalación.

Celdas: **CGMCOSMOS**

Sistema de celdas de Media Tensión modulares bajo envolvente metálica de aislamiento integral en gas SF6 de acuerdo a la normativa UNE-EN 62271-200 para instalación interior, clase -5°C según IEC 62271-1, hasta una altitud de 2000 m sobre el nivel del mar sin mantenimiento con las siguientes características generales estándar:

- Construcción:

Cuba de acero inoxidable de sistema de presión sellado, según IEC 62271-1, conteniendo los elementos del circuito principal sin necesidad de reposición de gas durante 30 años.

3 Divisores capacitivos de 24 kV.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

Bridas de sujeción de cables de Media Tensión diseñadas para sujeción de cables unipolares de hasta 630 mm<sup>2</sup> y para soportar los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito.

Alta resistencia a la corrosión, soportando 150 h de niebla salina en el mecanismo de maniobra según norma ISO 7253.

- Seguridad:

Enclavamientos propios que no permiten acceder al compartimento de cables hasta haber conectado la puesta de tierra, ni maniobrar el equipo con la tapa del compartimento de cables retirada. Del mismo modo, el interruptor y el seccionador de puesta a tierra no pueden estar conectados simultáneamente.

Enclavamientos por candado independientes para los ejes de maniobra del interruptor y de seccionador de puesta a tierra, no pudiéndose retirar la tapa del compartimento de mecanismo de maniobras con los candados colocados.

Posibilidad de instalación de enclavamientos por cerradura independientes en los ejes de interruptor y de seccionador de puesta a tierra.

Inundabilidad: equipo preparado para mantener servicio en el bucle de Media Tensión en caso de una eventual inundación de la instalación soportando ensayo de 3 m de columna de agua durante 24 h.

Grados de Protección:

- Celda / Mecanismos de Maniobra: IP 2XD según EN 60529
- Cuba: IP X7 según EN 60529
- Protección a impactos en:
  - Cubiertas metálicas: IK 08 según EN 5010
  - Cuba: IK 09 según EN 5010
- Conexión de cables

# **TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T**

## **AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA**

---

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasa tapas estándar.

- Enclavamientos

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGMCOSMOS es que:

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

### Características eléctricas

Las características generales de las celdas CGMCOSMOS son las siguientes:

- Tensión nominal 24 kV.

### Nivel de aislamiento

#### Frecuencia industrial (1 min)

- a tierra y entre fases 50 kV
- a la distancia de seccionamiento 60 kV

### Impulso tipo rayo

- a tierra y entre fases 125 kV
- a la distancia de seccionamiento 145 kV

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

## **8.7 CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LA APARAMENTA DE MT Y TRANSFORMADORES**

### **8.7.1 Entrada / Salida: CGMCOSMOS-L Interruptor-seccionador**

Celda con envolvente metálica, formada por un módulo con las siguientes características:

## **TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T**

### **AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA**

---

La celda **CGMCOSMOS-L** de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos ekorVPIS para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS.

- Características eléctricas:
  - Tensión asignada: 24 kV.
  - Intensidad asignada: 630 A.
  - Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 21 kA.
  - Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 52,5 kA.
- Nivel de aislamiento
  - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 50 kV
  - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 125 kV
- Capacidad de cierre (cresta): 52,5 kA.
- Capacidad de corte.
- Corriente principalmente activa: 630 A.
- Características físicas:
  - Ancho: 365 mm.
  - Fondo: 735 mm.
  - Alto: 1740 mm.
  - Peso: 95 kg.
- Otras características constructivas:
  - Mecanismo de maniobra interruptor: manual tipo B

#### **8.7.2 Protección Transformadores: *CGMCOSMOS-P* Protección fusibles**

Celda con envolvente metálica, formada por un módulo con las siguientes características:

## **TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T**

### **AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA**

---

La celda CGMCOSMOS-P de protección con fusibles, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor.

Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar una de alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Características eléctricas:
  - Tensión asignada: 24 kV Intensidad asignada en el embarrado: 630 A.
  - Intensidad asignada en la derivación: 200 A.
  - Intensidad fusibles: 3x63 A.
  - Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 21 kA.
  - Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 52,5 kA.
- Nivel de aislamiento
  - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 50 kV
  - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 125 kV
- Capacidad de cierre (cresta): 52,5 kA.
- Capacidad de corte.
- Corriente principalmente activa: 630 A.
- Características físicas:
  - Ancho: 470 mm.
  - Fondo: 735 mm.
  - Alto: 1740 mm.
  - Peso: 140 kg.
- Otras características constructivas:

- Mando posición con fusibles: manual tipo BR.
- Combinación interruptor-fusibles: combinados.

### **8.7.3 Transformadores: Transformador aceite 24 kV**

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, con neutro accesible en el secundario, de potencia 630 kVA o 1000 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 9,5 - 16,455 kV y tensión secundaria 420 V en vacío.

- Otras características constructivas:
  - Regulación en el primario: + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %
  - Tensión de cortocircuito ( $E_{cc}$ ): 4%
  - Grupo de conexión: Dyn11
  - Protección incorporada al transformador: Sin protección propia

## **8.8 CUADROS DE BT**

El Cuadro de Baja Tensión CBTO-C, es un conjunto de aparataje de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

La estructura del cuadro CBTO-C está compuesta por un bastidor aislante, en el que se distinguen las siguientes zonas:

- Zona de acometida, medida y de equipos auxiliares

En la parte superior de CBTO-C existe un compartimento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasamuros tetrapolar, evitando la penetración del agua al interior. CBTO incorpora 4 seccionadores unipolares para seccionar las barras.

- Zona de salidas

Está formada por un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida. Esta protección se encomienda a fusibles de la intensidad máxima más adelante citada, dispuestos

# **TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T**

## **AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA**

---

en bases trifásicas verticales cerradas (BTVC) pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

- Características eléctricas
  - Tensión asignada de empleo: 440 V.
  - Tensión asignada de aislamiento: 500 V.
  - Intensidad asignada en los embarrados: 1600 A.
  - Frecuencia asignada: 50 Hz.
- Nivel de aislamiento
  - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 10 kV entre fases: 2,5 kV.
  - Intensidad Asignada de Corta duración 1 s: 24 kA.
  - Intensidad Asignada de Cresta: 50,5 kA.
- Características constructivas:
  - Anchura: 1000 mm.
  - Altura: 1360 mm.
  - Fondo: 350 mm.
- Otras características:
  - Salidas de Baja Tensión: 8 salidas (8 x 400 A).
- Ampliación

Dado que son necesarias 8 salidas de este tipo, se incluye también un cuadro AM-4 de ampliación, con las mismas características eléctricas que el módulo AC-4, y misma anchura y fondo que ese cuadro, pero una altura de sólo 1190 mm, ya que no incluye el compartimento superior.

## **8.9 PUESTA A TIERRA**

El Centro de Transformación PFU está provisto de dos circuitos de tierras internos para facilitar la conexión de los diferentes elementos a la ejecución de la red de puesta a tierra exterior al Centro de Transformación.

### **8.9.1 Tierra de protección (Herrajes)**

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

La línea de tierra de protección (herrajes) recoge la puesta a tierra de los diferentes elementos que componen el equipo eléctrico (celdas de MT, transformador de potencia y Cuadro de baja Tensión), así como la armadura de la envolvente de hormigón.

Esta línea de tierra de protección se conecta a la caja de seccionamiento de protección que el Centro de Transformación PFU dispone en la cara interior izquierda, mediante un cable de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección.

La armadura metálica del cuerpo y la cubierta de la envolvente se conectan directamente a la caja de seccionamiento. Ambas armaduras están unidas eléctricamente mediante una trenza interior de cobre de 50 mm<sup>2</sup>.

### 8.9.2 Tierra de servicio (Neutro)

La línea de tierra de servicio (neutro) une el embarrado de neutro del transformador de distribución con la caja de seccionamiento dispuesta en la cara interior derecha de la envolvente del CT, mirando desde la zona de acceso al equipo eléctrico. Esta conexión se realiza por medio de cable de cobre aislado.



*Figura 4: Caja de seccionamiento de Neutro*

## 8.10 INSTALACIONES SECUNDARIAS

### 8.10.1 Alumbrado

El interruptor se situará al lado de la puerta de acceso, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la MT.

El interruptor accionará los puntos de luz necesarios para la suficiente y uniforme iluminación de todo el recinto del centro.

### **8.10.2 Armario de primeros auxilios**

Los Centros de Transformación cuentan con un armario de primeros auxilios.

### **8.10.3 Medidas de seguridad**

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

- 1) No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables
- 2) Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.
- 3) Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.
- 4) Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.
- 5) El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

## **9 RED SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN**

### **9.1 GENERALIDADES**

Al tratarse de una zona industrial, la red de media tensión será subterránea, tal y como dicen las normas particulares de la empresa distribuidora.

La red tendrá la estructura de anillo con los centros de transformación, siguiendo así las especificaciones de la compañía distribuidora y asegurándose de esta forma el suministro alternativo en caso de avería.

La tensión de suministro de la red de MT será de 15 kV. La red subterránea de MT estará formada por tres conductores unipolares de Al y sección 240 mm<sup>2</sup> del tipo RHZ-1 12/20 kV.

La empresa suministradora será la responsable de la protección de la línea en el inicio de ésta, quedando estas protecciones fuera del alcance de este proyecto.

### **9.2 CRITERIOS DE DISEÑO**

A la hora de diseñar la red se tendrán en cuenta los siguientes puntos:

- La tendencia será la de red mallada.
- En polígonos industriales la red deberá ser subterránea.
- El valor límite de la caída de tensión se establece en el 7 % con las condiciones de máxima carga y/o situación de emergencia.
- En caso de avería de una línea la red será capaz de socorrer la línea averiada sin superar el 100% de saturación máxima.
- La alimentación de los centros de transformación se diseñara con estructura en bucle con entrada y salida, con la finalidad de que cualquiera de los centros pueda recibir alimentación alternativa.
- Los cables serán de sección 3x1x400 mm<sup>2</sup> o 3x1x240 mm<sup>2</sup> de aluminio.

### 9.3 TRAZADO DE LA LÍNEA

La red de media tensión discurrirá por terrenos de dominio público bajo las aceras o calzada, preferentemente bajo las aceras y se evitarán ángulos pronunciados.

El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales.

Puede observarse el trazado de los cables en el documento Planos.

### 9.4 CONDUCTOR

El conductor elegido es el AL RHZ1-OL 12/20 kV 1x240 mm<sup>2</sup> Al/16 mm<sup>2</sup> Cu.

Los cables serán unipolares y cumplirán las especificaciones de las Normas UNE-EN 620-5E a utilizar en las redes subterráneas de MT son los que figuran en la Norma GE DND001.

En la siguiente tabla se muestran las intensidades máximas para un conductor directamente enterrado.

Sección (mm <sup>2</sup> )	EPR		XLPE		HEPR	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
25	125	96	130	100	135	105
35	145	115	155	120	160	125
50	175	135	180	140	190	145
70	215	165	225	170	235	180
95	255	200	265	205	280	215
120	290	225	300	235	320	245
150	325	255	340	260	360	275
185	370	285	380	295	405	315
240	425	335	440	345	470	365
300	480	375	490	390	530	410
400	540	430	560	445	600	470

*Figura 5: Intensidades máximas para un conductor directamente enterrado*

En nuestro caso, la intensidad máxima admisible será de **345 A**.

**TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T**  
**AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA**

---

Los cables deberán estar debidamente apantallados y protegidos contra la corrosión que pueda ocasionar el terreno o las corrientes erráticas y tendrán resistencia mecánica suficiente para soportar las acciones de instalación, tendido y las habituales después de la instalación.

## **9.5 CANALIZACIONES**

Las canalizaciones se dispondrán por terrenos de dominio público en suelo urbano, preferentemente bajo las aceras y se evitarán los ángulos pronunciados.

El trazado será lo más rectilíneo posible, a poder ser paralelo en toda su longitud a las fachadas de los edificios principales o, en su defecto, a los bordillos. Así mismo deberá tenerse en cuenta los radios de curvatura mínimos que pueden soportar los cables sin deteriorarse, a respetar en los cambios de dirección.

Los cables se instalarán directamente enterrados o en canalización entubada en función de si transcurren bajo acera o bajo calzada.

### **9.5.1 Directamente enterrados**

Conforme a lo indicado en el apartado 4.1 de la ITC-LAT-06, la profundidad hasta la parte superior del cable más próximo a la superficie, no será menor de 0,6 metros en acera o tierra, ni de 0,8 metros en calzada.

La zanja será de la anchura suficiente para permitir el trabajo de un hombre, salvo que el tendido del cable se haga por medios mecánicos.

Sobre el fondo de la zanja se colocará una capa de arena o material de características equivalentes de espesor mínimo 5 cm y exenta de cuerpos extraños. Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con estribas u otros medios para asegurar su estabilidad conforme a la normativa de PRL. Por encima del cable se

dispondrá otra capa de mínimo 10 cm de espesor que podrá ser de arena u otro material con similares características.

Para proteger el cable frente a excavaciones hechas por terceros, los cables deberán tener una protección mecánica que en las condiciones de instalación soporte un impacto puntual de una energía de 20 J y que cubra la proyección en planta de los cables, así como una cinta de señalización.

### **9.5.2 Canalización entubada**

Siguiendo lo indica en el apartado 4.2 de la ITC-LAT-06, la profundidad hasta la parte superior del tubo no será menor a 0,6 metros en acera o tierra, ni de 0,8 metros en calzada. El diámetro del tubo será de **160 mm**.

Estarán construidas por tubos de material sintético, cemento o metálicos que presenten suficiente resistencia mecánica. El diámetro interior del tubo no será inferior a 1,5 veces el diámetro aparente de los cables de su interior. El interior será liso. No habrá más de un circuito por tubo.

Antes del tendido se eliminará de su interior la suciedad y tierra garantizándose el paso de los cables mediante mandrilado. Durante el tendido se deberán embocar correctamente para evitar la entrada de tierra u hormigón.

Se evitará en la medida de lo posible los cambios de dirección de las canalizaciones entubadas respetando los cambios de curvatura indicados por el fabricante de los tubos.

En los puntos donde se produzcan se dispondrá de arquetas registrables con motivo de facilitar la manipulación de los cables. También se instalarán arquetas intermedias en los tramos rectos registrables, ciegas o simplemente calas de tiro con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro. A la entrada de las arquetas, las canalizaciones entubadas deberán quedar perfectamente selladas en sus extremos.

La canalización deberá tener una señalización colocada para advertir de la presencia de cables de alta tensión.

## **9.6 CRUZAMIENTOS**

Deberán cumplirse las condiciones en los cruzamientos de cables subterráneos de Alta Tensión indicadas en el capítulo 5.2 de la ITC-LAT-06.

## **9.7 PROXIMIDADES Y PARALELISMOS**

Deberán cumplirse las condiciones y distancias de proximidad indicadas en el capítulo 5.3 de la ITC-LAT-06.

## **9.8 PROTECCIONES**

### **9.8.1 Protecciones contra sobreintensidades**

Las líneas deberán estar debidamente protegidas contra los efectos peligrosos, térmicos y dinámicos que puedan originar las sobreintensidades susceptibles de producirse en la instalación, cuando éstas puedan dar lugar a averías y daños en las citadas instalaciones.

Las salidas de línea deberán estar protegidas contra cortocircuitos y, cuando proceda, contra sobrecargas. Para ello se colocarán cortacircuitos fusibles o interruptores automáticos, con emplazamiento en el inicio de las líneas. Las características de funcionamiento de dichos elementos corresponderán a las exigencias del conjunto de la instalación de la que el cable forme parte integrante, considerando las limitaciones propias de éste.

En cuanto a la ubicación y agrupación de los elementos de protección de los transformadores, así como los sistemas de protección de las líneas, se aplicará lo establecido en la ITC MIE-RAT 09 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.

# **TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T**

## **AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA**

---

Los dispositivos de protección utilizados no deberán producir, durante su actuación, proyecciones peligrosas de materiales ni explosiones que puedan ocasionar daños a personas o cosas.

Entre los diferentes dispositivos de protección contra las sobreintensidades pertenecientes a la misma instalación, o en relación con otros exteriores a ésta, se establecerá una adecuada coordinación de actuación para que la parte desconectada en caso de cortocircuito o sobrecarga sea la menor posible.

El proyectista analizará la existencia de fenómenos de ferorresonancias por combinación de las intensidades capacitivas con las magnetizantes de transformadores durante el seccionamiento unipolar de líneas sin carga, en cuyo caso se utilizará de seccionamiento tripolar en lugar de seccionamiento unipolar.

### **Protección contra cortocircuitos**

La protección contra cortocircuito por medio de fusibles o interruptores automáticos se establecerá de forma que la falta sea despejada en un tiempo tal que la temperatura alcanzada por el conductor durante el cortocircuito no exceda de la máxima admisible asignada en cortocircuito.

Las intensidades máximas admisibles de cortocircuito en los conductores y pantallas, correspondientes a tiempos de desconexión comprendidos entre 0,1 y 3 segundos, serán las indicadas en el capítulo 6 de la presente instrucción. Podrán admitirse intensidades de cortocircuito mayores a las indicadas, y a estos efectos el fabricante del cable deberá aportar la documentación justificativa correspondiente.

### **Protecciones contra sobrecargas**

En general, no será obligatorio establecer protecciones contra sobrecargas, si bien es necesario, controlar la carga en el origen de la línea o del cable mediante el empleo de aparatos de medida, mediciones periódicas o bien por estimaciones estadísticas a partir de las cargas conectadas al mismo, con objeto de asegurar

que la temperatura del cable no supere la máxima admisible en servicio permanente.

### **9.8.2 Protecciones contra sobretensiones**

Los cables deberán protegerse contra las sobretensiones peligrosas, tanto de origen interno como de origen atmosférico, cuando la importancia de la instalación, el valor de las sobretensiones y su frecuencia de ocurrencia así lo aconsejen.

Para ello se utilizarán pararrayos de resistencia variable o pararrayos de óxidos metálicos, cuyas características estarán en función de las probables intensidades de corriente a tierra que puedan preverse en caso de sobretensión o se observará el cumplimiento de las reglas de coordinación de aislamiento correspondientes. Deberá cumplirse también, en lo referente a coordinación de aislamiento y puesta a tierra de los pararrayos, lo indicado en las instrucciones MIERAT 12 y MIE-RAT 13, respectivamente, Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación, aprobado por Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre.

En lo referente a protecciones contra sobretensiones serán de consideración igualmente las especificaciones establecidas por las Normas UNE-EN 60071-1, UNE-EN 60071-2 y UNE-EN 60099-5.

## **9.9 EMPALMES Y TERMINACIONES**

Los empalmes y terminales se confeccionarán siguiendo la norma UNE correspondiente cuando exista o, en su defecto, las instrucciones del fabricante. Serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar su resistencia eléctrica. Asimismo, los terminales deberán ser adecuados a las características ambientales.

## **9.10 PUESTA A TIERRA**

Las pantallas metálicas de los cables de MT se conectarán a tierra en cada una de sus cajas terminales extremas.

## **9.11 RESUMEN**

La red de Media Tensión discurrirá de forma subterránea, a una tensión de 15 kV y estará formada por tres conductores unipolares de Aluminio de sección 240 mm<sup>2</sup> y del tipo RHZ-1 12/20 kV.

Se utilizarán dos tipos de canalizaciones, directamente enterrado cuando el conductor circule bajo acera y bajo tubo de 160 mm de diámetro en los cruces de calzada, tal y como se indica en el anexo de Planos.

La red de MT tendrá forma de anillo, y estarán conectados los dos centros de transformación y el centro de transformación nº2 del polígono ya existente de la siguiente forma:

- CT nº 2 polígono existente - CT nº 1 nuevo polígono.
- CT nº 1 nuevo polígono - CT nº 2 nuevo polígono.
- CT nº 2 nuevo polígono - CT nº 2 polígono existente.

## **10 ALUMBRADO EXTERIOR**

### **10.1 GENERALIDADES**

Las instalaciones destinadas al alumbrado público tienen como fin principal el de proporcionar unas condiciones de visibilidad correctas para la conducción de vehículos, el paseo de viandantes o la observación del entorno.

A la hora de diseñar estas instalaciones se seguirán las pautas indicadas en la ITC-BT-09 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y las ITC-AE-01 e ITC-AE-02 del Reglamento de Eficiencia Energética de Alumbrado Exterior.

Con el objetivo de evitar desequilibrios entre fases, en el diseño de la red se tendrán en cuenta la distribución uniforme de cargas.

La red de distribución con los puntos de luz queda reflejada en el documento Planos.

## **10.2 CRITERIOS DE DISEÑO**

La ITC-BT-09 establece una serie de criterios a cumplir para las instalaciones de alumbrado exterior:

- La potencia aparente mínima en VA para la que estarán previstas las líneas de alimentación se considera 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas que alimente.
- El factor de potencia de cada punto de luz deberá corregirse hasta un valor mayor o igual a 0,90.
- La máxima caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier otro punto de la misma será menor o igual que el 3%.
- Existirán diferentes niveles de iluminación con el fin de conseguir ahorros energéticos.
- Para el cálculo de la potencia aparente, la potencia en vatios a multiplicar será la potencia nominal de las lámparas o tubos de descarga.

## **10.3 REGLAMENTO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR**

El Reglamento Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior tiene como objetivo el de establecer las condiciones técnicas de diseño, ejecución y mantenimiento que deben reunir las instalaciones de alumbrado exterior con la finalidad de mejorar la eficiencia y ahorro energético.

### **10.3.1 Eficiencia energética**

#### **Niveles de iluminancia**

**TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T**  
**AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA**

Atendiendo a la clasificación de las vías expuesta en el capítulo 2 de la GUÍA-EA-02, las vías a iluminar son del tipo B1 con IMD (Intensidad de tráfico) < 7.000 por lo que la clase de alumbrado será de tipo ME4b/ME5/ME6. En las siguientes tablas se muestran la clasificación del tipo de vías y las clases de alumbrado en vías tipo B.

Clasificación	Tipo de vía	Velocidad del tráfico rodado (km/h)
A	de alta velocidad	$v > 60$
B	de moderada velocidad	$30 < v \leq 60$
C	carriles bici	--
D	de baja velocidad	$5 < v \leq 30$
E	vías peatonales	$v \leq 5$

*Figura 6: Clasificación del tipo de vías.*

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado <sup>(*)</sup>
<b>B1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Vías urbanas secundarias de conexión a urbanas de tráfico importante.</i></li> <li>• <i>Vías distribuidoras locales y accesos a zonas residenciales y fincas.</i></li> </ul>	
	Intensidad de tráfico $IMD > 7.000$ ..... <span style="border: 2px solid red;"><math>IMD &lt; 7.000</math> .....</span>	ME2 / ME3c <span style="border: 2px solid red;">ME4b / ME5 / ME6</span>
<b>B2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Carreteras locales en áreas rurales.</i></li> </ul>	
	Intensidad de tráfico y complejidad del trazado de la carretera. $IMD \geq 7.000$ ..... $IMD < 7.000$ .....	ME2 / ME3b ME4b / ME5

<sup>(\*)</sup> Para todas las situaciones de proyecto B1 y B2, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

*Figura 7: Clase de alumbrado en vías de tipo B.*

Siguiendo los criterios expuestos en dicho capítulo y el criterio personal del proyectista la clase de alumbrado que se toma para las vías a iluminar es **ME4b**.

Por lo tanto los valores que se deberán asegurar en el alumbrado de la calzada son los recogidos en la siguiente tabla, que corresponde a la tabla 6 de la GUÍA-EA-02.

**TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T**  
**AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA**

Clase de Alumbrado	Luminancia de la superficie de la calzada en condiciones secas			Deslumbramiento Perturbador	Iluminación de alrededores
	Luminancia <sup>(4)</sup> Media $L_m$ (cd/m <sup>2</sup> ) <sup>(1)</sup>	Uniformidad Global $U_o$ [mínima]	Uniformidad Longitudinal $U_l$ [mínima]	Incremento Umbral $Tl$ (%) <sup>(2)</sup> [máximo]	Relación Entorno $SR$ <sup>(3)</sup> [mínima]
ME1	2,00	0,40	0,70	10	0,50
ME2	1,50	0,40	0,70	10	0,50
ME3a	1,00	0,40	0,70	15	0,50
ME3b	1,00	0,40	0,60	15	0,50
ME3c	1,00	0,40	0,50	15	0,50
ME4a	0,75	0,40	0,60	15	0,50
ME4b	0,75	0,40	0,50	15	0,50
ME5	0,50	0,35	0,40	15	0,50
ME6	0,30	0,35	0,40	15	Sin requisitos

Figura 8: Requisitos fotométricos en función de la clase de alumbrado.

Mientras que en las aceras, la clase de alumbrado que deberá verificarse será **CE5** con las exigencias indicadas en la tabla inferior, correspondiente a la tabla 9 de la GUÍA - EA - 02.

Clase de Alumbrado <sup>(1)</sup>	Iluminancia horizontal	
	Iluminancia Media $E_m$ (lux) [mínima mantenida <sup>(1)</sup> ]	Uniformidad Media $U_m$ [mínima]
CE0	50	0,40
CE1	30	0,40
CE1A	25	0,40
CE2	20	0,40
CE3	15	0,40
CE4	10	0,40
CE5	7,5	0,40

Figura 9: Requisitos fotométricos en función de la clase de alumbrado.

### Requisitos mínimos de eficiencia energética

En la GUÍA - EA - 01 viene recogido en la tabla 1 los requisitos mínimos de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado vial funcional tipo A y B.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

Iluminancia media en servicio $E_m(\text{lux})$	EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA $\left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}}\right)$
$\geq 30$	22
25	20
20	17,5
15	15
10	12
$\leq 7,5$	9,5

Figura 10: Requisitos mínimos de eficiencia energética.

En el documento Cálculos se indican los cálculos realizados y la calificación energética de la instalación conforme los cálculos obtenidos siguiendo lo indicado en la ITC-EA-01. En él se verifica que se cumplen los valores mínimos exigidos.

### **Sistema de accionamiento y de regulación del nivel luminoso**

Según el capítulo 5 de la GUÍA-EA-04 toda instalación exterior con una potencia de lámparas y equipos auxiliares superior a 5 kW, deberá incorporar un sistema de accionamiento por reloj astronómico o sistema de encendido centralizado.

### **10.3.2 Calificación energética**

Las instalación de alumbrado exterior se calificará en función de su índice de eficiencia energética, tal y como se indica en el capítulo 3 de la GUÍA-EA-01. La calificación energética realizada en el documento de Cálculos califica la instalación como de **tipo A**.

### **10.3.4 Resplandor luminoso nocturno**

El resplandor luminoso es la luminosidad producida en el cielo nocturno por la difusión y reflexión de la luz. Según la tabla 1 de la GUÍA-EA-03 la zona del proyecto está clasificada como E3 (Áreas de brillo o luminosidad media).

Atendiendo a la tabla 2 el FHSinst (flujo hemisférico superior instalado) o emisión directa de las luminarias a implantar será menor o igual que el 15%.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

También deberán cumplirse los siguientes requisitos:

- Se iluminarán solamente las zonas que se quieran dotar de alumbrado.
- Los niveles de iluminación no deberán superar los valores máximos establecidos en la ITC-EA-02.
- El factor de utilización y el factor de mantenimiento de la instalación satisfarán los valores mínimos establecidos en la ITC-EA-04.

### 10.3.5 Luz intrusa o molesta

Con objeto de minimizar los efectos de la luz intrusa o molesta procedente de instalaciones de alumbrado exterior, la instalación se diseña para que cumplan los valores máximos establecidos en la tabla 3 de la ITC-EA-03.

Parámetros luminotécnicos	Valores máximos			
	Observatorios astronómicos y parques naturales E1	Zonas periurbanas y áreas rurales E2	Zonas urbanas residenciales E3	Centros urbanos y áreas comerciales E4
Iluminancia vertical ( $E_v$ )	2 lux	5 lux	10 lux	25 lux
Intensidad luminosa emitida por las luminarias ( $I$ )	2.500 cd	7.500 cd	10.000 cd	25.000 cd
Luminancia media de las fachadas ( $L_m$ )	5 cd/m <sup>2</sup>	5 cd/m <sup>2</sup>	10 cd/m <sup>2</sup>	25 cd/m <sup>2</sup>
Luminancia máxima de las fachadas ( $L_{max}$ )	10 cd/m <sup>2</sup>	10 cd/m <sup>2</sup>	60 cd/m <sup>2</sup>	150 cd/m <sup>2</sup>
Luminancia máxima de señales y anuncios luminosos ( $L_{máx}$ )	50 cd/m <sup>2</sup>	400 cd/m <sup>2</sup>	800 cd/m <sup>2</sup>	1.000 cd/m <sup>2</sup>
Incremento de umbral de contraste ( $TI$ )	Clase de Alumbrado			
	Sin iluminación	ME 5	ME3 / ME4	ME1 / ME2
	TI = 15% para adaptación a L = 0,1 cd/m <sup>2</sup>	TI = 15% para adaptación a L = 1 cd/m <sup>2</sup>	TI = 15% para adaptación a L = 2 cd/m <sup>2</sup>	TI = 15% para adaptación a L = 5 cd/m <sup>2</sup>

Figura 11: Limitaciones de la luz molesta procedente de instalaciones de alumbrado exterior.

## 10.4 DISTRIBUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

### 10.4.1 Acometida

# **TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T**

## **AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA**

---

La acometida será subterránea y se realizará de acuerdo con las prescripciones particulares de la empresa suministradora, aprobadas según lo previsto en este Reglamento.

La acometida comenzará en la caja de seccionamiento y derivación y finalizará en la caja general de protección y a continuación se dispondrá el equipo de medida.

Se instalarán sobre las fachadas exteriores de las naves, en lugares de libre y permanente acceso. Su situación se fijará de común acuerdo entre la propiedad y la empresa suministradora.

### **10.4.2 Cuadro de protección, medida y control**

Las líneas de alimentación a los puntos de luz y de control partirán desde un cuadro de protección y control.

Las líneas estarán protegidas individualmente, con corte omnipolar, en este cuadro, tanto contra sobreintensidades (sobrecargas y cortocircuitos), como contra corrientes de defecto a tierra y contra sobretensiones cuando los equipos instalados lo precisen.

La intensidad de defecto, umbral de desconexión de los interruptores diferenciales, que podrán ser de reenganche automático, será como máximo de 300 mA y la resistencia de puesta a tierra, medida en la puesta en servicio de la instalación, será como máximo de 30  $\Omega$ .

Si el sistema de accionamiento del alumbrado se realiza con interruptores horarios o fotoeléctricos, se dispondrá además de un interruptor manual que permita el accionamiento del sistema, con independencia de los dispositivos citados.

## TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

### AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

La envolvente del cuadro, proporcionará un grado de protección mínima IP55 según UNE 20.324 e IK10 según UNE-EN 50.102 y dispondrá de un sistema de cierre que permita el acceso exclusivo al mismo, del personal autorizado, con su puerta de acceso situada a una altura comprendida entre 2m y 0,3 m. Los elementos de medidas estarán situados en un módulo independiente.

Las partes metálicas del cuadro irán conectadas a tierra.

Se instalarán dos cuadros de protección medida y control (Cuadro de Alumbrado) **serie AMI o similar**, que cumple todo lo anteriormente indicado y corresponde al de la siguiente imagen.



*Figura 12: Cuadro de alumbrado tipo serie AMI*

El Cuadro de Alumbrado serie AMI está destinado para instalaciones de alumbrado exterior de hasta potencias de 15 kW. Tiene un regulador de flujo para cada fase y aloja hasta 4 salidas.

Presenta las siguientes características mecánicas:

- Acero inoxidable 100% reciclable.
- Grado de protección hasta IK10 e IP55.
- Tejadillo vierteaguas.
- Antivandálicos: puertas empotrables y cerraduras de seguridad.

# **TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T**

## **AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA**

---

- Cantos redondeados.

Presenta las siguientes características eléctricas:

- Tensión de funcionamiento 3x400/230 V.
- Potencia máxima 15 kW.
- Acometida eléctrica según normas de Compañía suministradora.
- Contador electrónico telegestionable.
- Línea principal de distribución y protecciones según Normativa.
- Salidas con contactor y protegidas con magnetotérmico y diferencial de 300mA.
- Iluminación interior y toma de corriente.
- Módulos para la telegestión y el ahorro energético.
- Regulador electrónico independiente para cada una de las fases.

### **10.4.3 Cables**

Siguiendo la recomendación de la GUÍA-BT-09 se limitará la sección máxima a 25 mm<sup>2</sup> con el objeto de poder manipular adecuadamente los conductores. La sección mínima será de 6 mm<sup>2</sup> incluida la del neutro.

El conductor neutro de cada circuito solo podrá ser usado en ese mismo circuito.

Los tubos irán enterrados a una profundidad mínima de 0,4 metros del nivel del suelo y su diámetro no será inferior a 60 mm.

Se colocara una cinta de señalización situada a una distancia del nivel del suelo de 0,10 m. y a 0,25 m. por encima del tubo.

En los cruzamientos de calzadas, la canalización además de ir entubada deberá ir hormigonada y se instalará como mínimo un tubo de reserva.

# **TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T**

## **AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA**

---

Los empalmes y derivaciones deberán realizarse en cajas de bornes adecuadas que estarán situadas dentro de los soportes de las luminarias y a una altura mínima de 0,3 metros sobre el nivel del suelo o en una arqueta registrable, de forma que se garantice la continuidad, el aislamiento y la estanqueidad del conductor.

Los cables serán conductores tetrapolares de cobre, sección de 6 mm<sup>2</sup> y tensión asignada de 0,6/1 kV. Los cables irán entubados y cumplirán las especificaciones de la norma UNE21123.

### **10.4.4 Zanjas**

Se considerarán tres tipos diferentes de zanjas:

#### **Zanjas en aceras, arcenes y medianas**

La zanja bajo aceras, arcenes y medianas, pavimentadas o de suelo de tierra, tendrán una profundidad adecuada, aproximadamente de 71 cm, de forma que la superficie superior de los dos tubos de plástico liso se encuentre a una distancia de 50 cm por debajo de la rasante del pavimento o suelo de tierra y una anchura de 40 cm.

El fondo de la zanja se dejará limpio de piedras y cascotes, instalando posteriormente separadores de PVC tipo "telefónica" cada 100 cm, y colocando sobre ellos, a una distancia mínima de 3 cm, dos tubos de PVC-U liso, tipo presión PN 6, según Norma UNE-EN-1452, de 110 mm de diámetro y 2,7 mm de espesor o también dos tubos de doble pared corrugado por el exterior y liso por el interior, del mismo diámetro y según la norma UNE EN 50086.2.4-N, rellenando el fondo de la zanja y recubriendo los tubos con hormigón HM-12,5 de consistencia blanda, tamaño máximo del árido 40 mm en terreno de exposición clase normal, subclase húmeda alta, de resistencia característica 12,5 N/mm<sup>2</sup> y un espesor de 10 cm por encima de los mismos.

## **TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T**

### **AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA**

---

El resto de la zanja se rellenará bien con productos de aportación seleccionados hasta su llenado total, compactándolo mecánicamente por tongadas no superiores a 15 cm, siendo la densidad de compactación el 98% del proctor modificado, o bien con hormigón HM-12,5. A 15 cm de la parte superior del dado de hormigón donde se encuentran los tubos de plástico, se colocará una malla de señalización de color verde, de 40 cm de ancho.

La terminación de la zanja se ejecutará reponiendo el tipo de pavimento o suelo de tierra existente inicialmente o proyectado.

#### **Zanja en jardines**

La zanja bajo andadores, caminos peatonales y tierra de labor en jardines tendrá una profundidad adecuada, aproximadamente de 71 cm, de forma que la superficie superior de los dos tubos de plástico liso se encuentre a una distancia de 50 cm por debajo de la rasante del andador, camino peatonal o césped, y una anchura de 40 cm, admitiéndose una anchura de 30 cm en el caso de un único tubo de plástico liso.

La zanja transcurrirá a ser posible por los andadores y caminos peatonales, y en la parte próxima a la zona verde, o, en su caso, por la zona verde, junto a dichos andadores y caminos peatonales, sin que en las proximidades de la zanja se planten árboles de raíz profunda.

El fondo de la zanja se dejará limpio de piedras y cascotes, instalando posteriormente separadores de PVC tipo "telefónica" cada 100 cm, a una distancia entre sí de 3 cm y colocando dos tubos de PVC-U liso, tipo de presión PN 6, según Norma UNE-EN-1452, de 110 mm de diámetro y 2,7 mm de espesor, o también dos tubos de doble pared corrugado por el exterior y liso por el interior, del mismo diámetro y según la Norma UNE EN 50086.2-4-N, rellenando el fondo de la zanja y recubriendo los tubos con hormigón HM-12,5 de consistencia blanda, tamaño máximo del árido de 40 mm en terreno de exposición clase normal, subclase húmeda alta, de resistencia característica 12,5 N/mm<sup>2</sup> y un espesor de 10 cm por encima de los mismos.

## **TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T**

### **AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA**

---

En el caso de un solo tubo de plástico una vez limpiado el fondo de la zanja, se preparará un lecho de hormigón de resistencia característica  $12,5 \text{ N/mm}^2$  de 10 cm de espesor, colocando el tubo de plástico liso y recubriéndolo con dicho hormigón con un espesor de 10 cm por encima del mismo.

El resto de la zanja se rellenará bien con productos de aportación seleccionados hasta su llenado total, compactándolo mecánicamente por tongadas no superiores a 15 cm, siendo la densidad de compactación el 98% del proctor modificado, o bien con hormigón HM-12,5. A 15 cm de la parte superior del dado de hormigón, donde se encuentra el tubo o tubos de plástico, se colocará una malla de señalización de color verde, de 40 cm de anchura en zanja de 40 cm y de 30 cm en zanja de 30 cm. La terminación de la zanja se ejecutará reponiendo el tipo de pavimento o tierra de labor existente inicialmente o proyectado.

#### **Zanja en cruces de calzada**

La zanja tipo cruce de calzada tendrá una profundidad adecuada, aproximadamente de 105 cm, de forma que la superficie superior de los tubos de plástico más próximos a la calzada se encuentre a una distancia de 70 cm por debajo del pavimento de la misma, y una anchura de 40 cm.

El fondo de la zanja se limpiará de piedras y cascotes, preparando un lecho de hormigón HM-12,5 de consistencia blanda, tamaño del árido de 40 mm en terreno de exposición, clase normal, subclase húmeda alta, de resistencia característica  $12,5 \text{ N/mm}^2$  de 10 cm de espesor, colocando dos tubos de PVC-U liso, tipo de presión PN 6, según Norma UNE-EN-1452, de 110 mm de diámetro y 2,7 mm de espesor, o también dos tubos de doble pared corrugado por el exterior y liso por el interior, del mismo diámetro y según la Norma UNE EN 50086.2-4-N a una distancia de 3 cm entre sí, e instalando sobre dichos tubos apoyados en el lecho de hormigón separadores tipo "telefónica" cada 100 cm y colocando dos tubos de plástico de idénticas características a los anteriormente citados sobre los separadores y a una distancia mínima de 3 cm entre sí, rellenando y recubriendo los cuatro tubos con el mismo tipo de hormigón HM-12,5 y un espesor de 15 cm por encima de los mismos.

# **TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T**

## **AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA**

---

El resto de la zanja se rellenará con hormigón HM-12,5 consistencia blanda, tamaño máximo del árido 40 mm en terreno de exposición clase normal, subclase húmeda alta, al objeto de evitar posibles asentamientos. A 10 cm de la parte superior del dado de hormigón, donde se encuentran los tubos, se colocará una malla de señalización de color verde, de 40 cm de ancho. La terminación de la zanja en su parte superior se ajustará a reponer el pavimento existente inicialmente o proyectado.

### **Cruces con otras canalizaciones**

En los cruces con canalizaciones eléctricas o de otra naturaleza (agua, alcantarillado, teléfonos, gas, etc.), se dispondrán dos tubos de PVC-U liso, tipo de presión PN 6, según Norma UNE-EN- 1452, de 110 mm de diámetro y 2,7 mm de espesor, rodeado de una capa de hormigón HM-12,5 de consistencia blanda, tamaño máximo del árido de 40 mm en terreno de exposición, clase normal, subclase húmeda alta, de resistencia característica 15,5 N/mm<sup>2</sup> de 10 cm de espesor. La longitud de los tubos hormigonados será, como mínimo, de 100 cm a cada lado de la canalización existente, debiendo ser la distancia entre ésta y la pared exterior de los tubos de plástico de 15 cm como mínimo.

En el caso de que las secciones de los conductores eléctricos de los circuitos de alimentación sean elevadas se adoptarán tubos de plástico liso, de diámetro adecuado.

Asimismo, en el caso de dificultades en los cruces con otras canalizaciones se adoptarán las soluciones más idóneas.

Los tubos a utilizar en las canalizaciones serán de plástico liso, de PVC-U, del tipo de presión PN 6, y, respecto a ensayos, cumplimentarán lo dictaminado en la Norma UNEEN-1452.

### **10.4.5 Puntos de luz**

#### **Soportes de luminarias**

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

Los soportes de luminarias seleccionados serán **modelo Iridium**, con forma de columna troncocónica de una altura de 10 metros y un diámetro en punta de 76 mm. La luminaria se colocará directamente en la punta. Serán de acero galvanizado pintado.

Los soportes de luminarias de alumbrado exterior se ajustan a la normativa vigente, que indica lo siguiente:

- Serán de materiales resistentes a las acciones de la intemperie. Estarán dimensionados de forma que resistan las sollicitaciones mecánicas con un coeficiente de seguridad mínimo de 2,5.
- Los soportes dispondrán de una abertura para acceder a los elementos de protección y maniobra. La parte inferior de la abertura estará colocada como mínimo a 0,30 metros de la rasante, y estará dotada de una puerta o trampilla que solo se podrá abrir con útiles especiales y en caso de ser metálica dispondrá de un borne de tierra.

En la instalación eléctrica del interior se cumplirá:

- Los conductores serán de cobre y sección mínima de 2,5 mm<sup>2</sup>. No existirán empalmes en el interior del soporte.
- En los puntos de entrada del cable al interior del soporte se dispondrá de una protección suplementaria de material aislante.
- La conexión a los terminales se hará de forma que no ejerza ningún esfuerzo de tracción sobre los conductores.

### **Luminarias**

Las luminarias que se instalarán serán **modelo SGS 452 versión cerrada** para potencias de hasta 70 W. La luminaria es conforme la norma UNE-EN 60.598 - 2-3.



*Figura 13: Luminaria Iridium SGS452.*

### **Lámparas**

Las lámparas empleadas para el alumbrado de los distintos viales serán de vapor de sodio a alta presión. El modelo seleccionado tendrá una **potencia de 70W**.

Las lámparas proporcionan un flujo luminoso de 6.000 Lm y una eficacia de 84 Lm/W. Dichas lámparas tienen una duración de 22.000 horas para el 20% de fallos y de 28.000 horas para un 50% de fallos.

#### **10.4.6 Protecciones eléctricas contra contactos directos e indirectos**

La luminaria seleccionada anteriormente indicada es de Clase II, por lo que la luminaria no tendrá que estar conectada al punto de puesta a tierra del soporte.

Las partes metálicas accesibles de los soportes de luminarias estarán conectadas a tierra.

Se excluyen de esta prescripción aquellas partes metálicas que, teniendo un doble aislamiento, no sean accesibles al público en general. Para el acceso al interior de las luminarias que estén instaladas a una altura inferior a 3 m sobre el suelo o en un espacio accesible al público, se requerirá el empleo de útiles especiales. Las partes metálicas de los quioscos, marquesinas, cabinas telefónicas, paneles de anuncios y demás elementos de mobiliario urbano, que estén a una distancia inferior a 2 m de las partes metálicas de la instalación de

alumbrado exterior y que sean susceptibles de ser tocadas simultáneamente, deberán estar puestas a tierra.

#### **10.4.7 Puesta a tierra**

La máxima resistencia de puesta a tierra será tal que, a lo largo de la vida de la instalación y en cualquier época del año, no se puedan producir tensiones de contacto mayores de 24 V, en las partes metálicas accesibles de la instalación.

La puesta a tierra de los soportes se realizará por conexión a una red de tierra común para todas las líneas que partan del mismo cuadro de protección, medida y control.

En las redes de tierra, se instalará como mínimo un electrodo de puesta a tierra cada 3 soportes de luminarias, y siempre en el primero y en el último soporte de cada línea.

Los conductores de la red de tierra que unen los electrodos deberán ser:

- Desnudos, de cobre, de 35 mm<sup>2</sup> de sección mínima, si forman parte de la propia red de tierra, en cuyo caso irán por fuera de las canalizaciones de los cables de alimentación.
- Aislados, mediante cables de tensión asignada 450/750V, con recubrimiento de color verde-amarillo, con conductores de cobre, de sección mínima 16 mm<sup>2</sup> para redes subterráneas, y de igual sección que los conductores de fase para las redes posadas, en cuyo caso irán por el interior de las canalizaciones de los cables de alimentación.

El conductor de protección que une de cada soporte con el electrodo o con la red de tierra, será de cable unipolar aislado, de tensión asignada 450/750 V, con recubrimiento de color verde-amarillo, y sección mínima de 16 mm<sup>2</sup> de cobre.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

Todas las conexiones de los circuitos de tierra, se realizarán mediante terminales, grapas, soldadura o elementos apropiados que garanticen un buen contacto permanente y protegido contra la corrosión.

### 10.4.8 Resumen

Se instalarán 60 luminarias del **modelo SGS 452 versión cerrada** equipadas con lámparas de vapor de sodio a alta presión de 70 W. Se colocaran sobre una columna troncocónica de 10 metros de altura. La disposición de cada una de las luminarias viene indicada en el documento de Planos.

Los Cuadros de Alumbrado a instalar serán **serie AMI** con capacidad para hasta 15 kW y hasta cuatro salidas.

El cable a instalar será **conductor tetrapolar de cobre cobre, sección de 6 mm<sup>2</sup> y tensión asignada de 0,6/1 kV**. El cable irá bajo tubo de 110 mm de diámetro.

La disposición de cada una de las luminarias se muestra en el documento de Planos. Los cálculos para verificar que se cumple lo expuesto en la Memoria referido a la ITC-BT- 09 y al Reglamento de Eficiencia Energética en instalaciones de alumbrado exterior vienen indicados en el documento de Cálculos.

## 11 RESUMEN DEL PRESUPUESTO

El presupuesto de ejecución de material, formado por cuatro capítulos (Red de Baja Tensión, Centros de Transformación, Red de Media Tensión y Alumbrado Exterior) viene resumido a continuación, al que se le suma los gastos generales y el beneficio industrial que representan el 13% y 6% del presupuesto de ejecución de material obteniéndose el presupuesto de ejecución por contrata:

**TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T**  
**AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA**

---

1.- RED DE BAJA TENSIÓN	131.835,39 €
2.- CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	134.512,00 €
3.- RED DE MEDIA TENSIÓN	124.923,43 €
4.- ALUMBRADO EXTERIOR	91.138,31 €
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>482.409,12 €</b>
<i>GASTOS GENERALES (13 %)</i>	<i>62.713,18 €</i>
<i>BENEFICIO INDUSTRIAL (6 %)</i>	<i>28.944,37 €</i>
<b>IMPORTE TOTAL</b>	<b>574.063,67 €</b>
<i>IVA (21 %)</i>	<i>120.553,37 €</i>
<b>TOTAL PRESUPUESTO BASE LIQUIDACIÓN</b>	<b>694.617,04 €</b>

## 12 CONCLUSIONES

El presente proyecto tiene como objeto la redacción y elaboración de todos los documentos necesarios para adquirir la Autorización Administrativa y de Ejecución de Obra, para llevar a cabo la electrificación de la ampliación del Polígono Industrial de Las Marismas de Santoña.

En él se ha llevado a cabo la descripción y el cálculo de las instalaciones de la forma más detallada posible siguiendo las directrices y normas indicadas en el proyecto.

**TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T**  
**AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA**

---

Esta Memoria es acompañada por los siguientes documentos: Cálculos, Planos, Pliego de condiciones, Estudio Básico sobre Seguridad y Salud y Presupuesto.

Se queda a disposición de la autoridad competente para cualquier aclaración o modificación que se estime conveniente.

Santoña, julio de 2017

El Graduado en Ingeniería de Tecnologías Industriales



Fdo: Alejandro Cagigas Ruiz-Lazcano

# CÁLCULOS

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

## ÍNDICE

1 PREVISIÓN DE POTENCIA.....	5
1.1 PREVISIÓN DE POTENCIA PARA NAVES INDUSTRIALES.....	5
1.2 PREVISIÓN DE POTENCIA PARA ALUMBRADO PÚBLICO .....	6
1.3 RESUMEN DE POTENCIAS PREVISTAS .....	6
2 CÁLCULO RED DE DISTRIBUCIÓN BAJA TENSIÓN .....	7
2.1 CARACTERÍSTICAS .....	7
2.2 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO .....	7
2.3 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE .....	8
2.4 CÁLCULO DEL MOMENTO ELÉCTRICO .....	9
2.5 LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN.....	10
2.5.1 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº1 (630 + 630 kVA) .....	11
2.5.2 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº2 (400 + 400 kVA) .....	13
2.6 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO .....	14
3 RED SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN.....	17
3.1 CARACTERÍSTICAS .....	17
3.2 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO .....	18
3.3 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE .....	20
3.4 DENSIDAD MÁXIMA DE CORTOCIRCUITO (INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO).....	20
3.5 CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN .....	23
4 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.....	24
4.1 DISEÑO DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN .....	24
4.2 INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN .....	25
4.3 INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.....	26
4.4 INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO .....	27

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

4.4.1 LADO PRIMARIO DEL TRANSFORMADOR .....	27
4.4.2 LADO SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR .....	27
4.5 EMBARRADO .....	28
4.6 PUENTES DE UNIÓN.....	29
4.7 PROTECCIONES .....	29
4.7.1 PROTECCIONES EN MEDIA TENSIÓN .....	30
4.7.2 PROTECCIONES EN BAJA TENSIÓN .....	31
4.8. VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN .....	31
4.9 DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS.....	32
4.10 PUESTA A TIERRA DE LOS CENTRO DE TRANSFORMACIÓN .....	32
4.10.1 CARACTERÍSTICAS DEL SUELO .....	33
4.10.2 DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO .....	33
4.10.3 COMPROBACIÓN.....	38
5 ALUMBRADO PÚBLICO .....	40
5.1 CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES .....	40
5.1.1 CUADRO DE ALUMBRADO.....	42
5.2 CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA.....	48
5.3 CÁLCULOS LUMÍNICOS.....	49
5.3.1 TIPO DE LUMINARIA .....	49
5.3.2 LÁMPARA.....	50
5.3.3 MÁSTIL.....	50
5.3.4 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO.....	51
5.3.5 NIVEL DE ILUMINACIÓN .....	52
5.3.6 CÁLCULO DEL VALOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA E ÍNDICE DE EFICIENCIA ENERGÉTICA .....	56

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

5.3.7 RESUMEN .....	61
---------------------	----

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

### 1 PREVISIÓN DE POTENCIA

#### 1.1 PREVISIÓN DE POTENCIA PARA NAVES INDUSTRIALES

En base a la ITC-BT-10 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, las diferentes naves de un polígono industrial se consideran edificios destinados a la industria. Se preverá una potencia mínima de 125 W por metro cuadrado, y un mínimo de 10.350 W a 230 V y coeficiente de simultaneidad igual a 1.

A continuación se refleja la previsión de potencia de cada nave siguiendo los criterios anteriores.

Nave	Superficie (m <sup>2</sup> )	Potencia (kW)
1a	780	97,5
1b	780	97,5
1c	780	97,5
1d	780	97,5
1e	780	97,5
1f	780	97,5
1g	780	97,5
1h	780	97,5
2a	780	97,5
2b	780	97,5
2c	780	97,5
2d	780	97,5
2e	780	97,5

La potencia total será de **1267,5 kW**.

Y la potencia aparente total(S), con un factor de potencia igual a 0,8 (tal y como nos indica la empresa suministradora) será de **1584,38 kVA**.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

### 1.2 PREVISIÓN DE POTENCIA PARA ALUMBRADO PÚBLICO

Para poder hacer la previsión de potencia del alumbrado público, previamente habremos realizado un estudio luminotécnico que nos ha determinado el número el número y tipo de luminarias necesarias para cumplir con los niveles de luminosidad necesarios según el Reglamento de Eficiencia Energética de Alumbrado Exterior.

El número de luminarias necesarias para el correcto alumbrado del polígono es de 60 luminarias. Cada una de ellas estará equipada con una lámpara de vapor de sodio a alta presión modelo IRIDUM y de potencia 80 W.

En la ITC-BT-09 del REBT viene indicado que la potencia aparente que absorbe una luminaria será como mínimo 1,8 veces el valor de la potencia de la lámpara con la que está equipada. Así mismo, el factor de potencia de las cargas será de 0,9. Con todo ello, se prevé la siguiente potencia:

La potencia aparente total del alumbrado público es de  $60 \cdot 80 \cdot 1,8 = 8,64 \text{ kVA}$

La potencia total del alumbrado, con un f.d.p = 0,9 es de **7,7 kW**.

La distribución del alumbrado público se puede ver en los planos adjuntos

### 1.3 RESUMEN DE POTENCIAS PREVISTAS

La previsión de potencia instalada en el polígono industrial queda de la siguiente manera.

	Potencia (kW)	Potencia aparente (kVA)
Naves	1267,5	1584,4
Alumbrado público	7,7	8,6
<b>TOTAL</b>	1275,2	1593

## 2 CÁLCULO RED DE DISTRIBUCIÓN BAJA TENSIÓN

### 2.1 CARACTERÍSTICAS

La red de distribución de baja tensión es la línea que une el centro de transformación número 1 y número 2 del polígono industrial con las Cajas Generales de Protección de cada nave.

En el documento Planos viene reflejado la situación de los dos centros de transformación y las redes de distribución.

Teniendo en cuenta los avances tecnológicos que en cada momento se producen el diseño y calidad de los materiales que constituyen los distintos elementos que integran las instalaciones de enlace en los suministros de energía eléctrica en B.T., se exigirá la utilización de productos homologados, tomando como documentos de referencia para la aceptación de modelos el R.E.B.T., y las presentes Normas Particulares para Instalaciones de Enlace.

Las reglas generales en cuanto al diseño y cálculo de la red son:

- Tipo de corriente: alterna.
- Tensión de suministro: 230/400 V con neutro puesto a tierra.
- Frecuencia nominal: 50 Hz.
- Tensión máxima entre neutro y tierra: 250 V.
- Sistema de puesta a tierra: neutro unido directamente a tierra (TT).
- Aislamiento de los cables de red: 0,6/1 kV.
- Intensidad máxima de cortocircuito trifásico: 50 kA.
- Potencias de aplicación de esta norma: Todas las suministradas en baja tensión
- La caída de tensión no superará el 5%.

### 2.2 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

En primer lugar se sitúan los dos centros de transformación, para después diseñar la red de baja tensión siguiendo los criterios indicados en la Memoria.

Por último, se debe comprobar que la intensidad que circula en régimen permanente por el conductor no supera el 85 % de saturación, y que la caída de tensión máxima es inferior al 5 %.

### 2.3 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

Para el cálculo de las intensidades máximas admisibles se sigue el procedimiento reflejado en el capítulo 3 la ITC-BT-07 del REBT así como en la norma técnica de la empresa suministradora.

La intensidad máxima admisible para el conductor de fase seleccionado (RV 0,6/1 kV 240 mm<sup>2</sup> Al) según la tabla 4 de la ITC-BT-07 es de **430 A**.

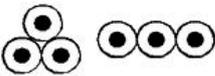
SECCIÓN NOMINAL mm <sup>2</sup>	Terna de cables unipolares (1) (2)			1 cable tripolar o tetrapolar (3)		
						
	TIPO DE AISLAMIENTO					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
16	97	94	86	90	86	76
25	125	120	110	115	110	98
35	150	145	130	140	135	120
50	180	175	155	165	160	140
70	220	215	190	205	220	170
95	260	255	225	240	235	210
120	295	290	260	275	270	235
150	330	325	290	310	305	265
185	375	365	325	350	345	300
240	430	420	380	405	395	350
300	485	475	430	460	445	395
400	550	540	480	520	500	445
500	615	605	525	-	-	-
630	690	680	600	-	-	-

Tabla 14: Intensidad máxima admisible cables de aluminio (Fuente: ITC-BT-07).

A continuación, se aplican los diferentes factores de corrección expuestos en la ITC-BT-07 para determinar cuál será la intensidad máxima admisible real del conductor ante las condiciones que se encontrará en la instalación proyectada.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

Se aplicarán los siguientes factores de corrección indicados en la siguiente tabla, correspondiente a la tabla 8 de la ITC-BT-07, en función del número de cables unipolares y la distancia entre ellos.

Factor de corrección								
Separación entre los cables o ternas	Número de cables o ternas de la zanja							
	2	3	4	5	6	8	10	12
D=0 (en contacto)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,56	0,53	0,50	0,47
d= 0,07 m	0,85	0,75	0,68	0,64	0,6	0,56	0,53	0,50
d= 0,10 m	0,85	0,76	0,69	0,65	0,62	0,58	0,55	0,53
d= 0,15 m	0,87	0,77	0,72	0,68	0,66	0,62	0,59	0,57
d= 0,20 m	0,88	0,79	0,74	0,70	0,68	0,64	0,62	0,60
d= 0,25 m	0,89	0,80	0,76	0,72	0,70	0,66	0,64	0,62

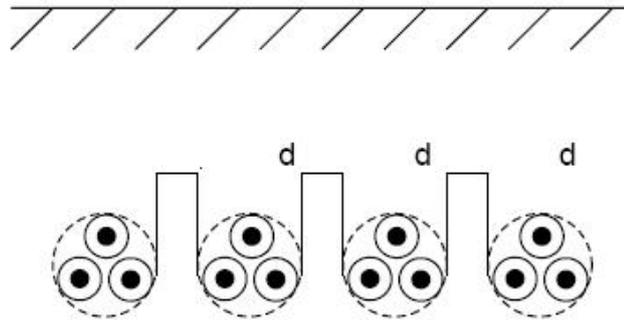


Figura 15: Factor de corrección en función del número de cables /Fuente: ITC-BT-07).

## 2.4 CÁLCULO DEL MOMENTO ELÉCTRICO

Nos sirve para calcular la caída de tensión máxima que se produce entre el comienzo y el final de una línea, la cual no debe sobrepasar el 5 %.

Para el cálculo se sigue la Norma Técnica Particular de la empresa suministradora.

El momento eléctrico de una carga trifásica equilibrada  $P$ , expresada en kW, situada del centro de transformación a una distancia  $L$ , en km, se define como:

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

$$M = P.L \quad kW.km$$

Se define como momento eléctrico específico,  $M_1$ , a aquel que para una línea determinada origina una caída de tensión relativa del 1 %. Este valor viene recogido en la tabla 25 de la norma particular de la empresa.

Sección del conductor	Valores de $M_1$ (kW/km) a 25°C		
	$\cos \varphi = 1$	$\cos \varphi = 0,9$	$\cos \varphi = 0,8$
50 mm <sup>2</sup>	2,50	2,34	2,08
95 mm <sup>2</sup>	5,00	4,46	4,21
150 mm <sup>2</sup>	7,62	6,43	5,93
240 mm <sup>2</sup>	12,32	9,48	8,42

Figura 16: Momentos eléctrico  $M_1$

En nuestro caso, para un  $\text{fdp}=0,9$  y  $s=240 \text{ mm}^2$ , el momento eléctrico específico es  $M_1 = 9,48 \text{ kW/km}$ .

Finalmente, la caída de tensión de una carga se calcula con la siguiente expresión.

$$e = \frac{M}{M_1}$$

Este valor no puede ser superior al 5 %.

## 2.5 LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN

A continuación se describe el número de líneas que salen del centro de transformación y las cargas que alimenta, comprobando en cada momento las condiciones de intensidad máxima admisible y la caída de tensión máxima entre el comienzo y final de la línea, expuestas anteriormente.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

Partimos de la previsión de potencia (P) calculada en el capítulo 1.1, y con la expresión siguiente calculamos la potencia aparente compleja (S) de cada línea.

$$S = \frac{P}{0,9}$$

La siguiente expresión nos da la intensidad que circula por cada línea:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U}$$

*U=Tensión de línea*

Y para el cálculo de la saturación se emplea la expresión:

$$\text{Saturación (\%)} = \frac{I}{I_{admisible}} \cdot 100$$

### 2.5.1 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº1 (630 + 630 kVA)

El polígono dispondrá de dos centros de transformación. De uno de ellos saldrán 8 líneas de distribución para dar suministros a las 8 naves que componen las dos islas que están situadas más al este.

Las características a tener en cuenta de la red para realizar los cálculos son:

Tensión: 400/230 V

Factor de potencia: 0,9

En la siguiente tabla se recoger la potencia aparente y la intensidad que soporta cada línea.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

Centro de Transformación nº1			
Línea	Nave	Potencia aparente (VA)	Intensidad (A)
1a	1	108.333,33	272
1b	2	108.333,33	272
1c	3	108.333,33	272
1d	4	108.333,33	272
1e	5	108.333,33	272
1f	6	108.333,33	272
1g	7	108.333,33	272
1h	8	108.333,33	272

A continuación se muestra la intensidad admisible de cada línea y su saturación correspondiente:

Línea	$I_{\text{admisible}}$ (A)	Intensidad (A)	Saturación (%)
1a	309,6	272	87,85
1b	309,6	272	87,85
1c	309,6	272	87,85
1d	309,6	272	87,85
1e	309,6	272	87,85
1f	309,6	272	87,85
1g	309,6	272	87,85
1h	309,6	272	87,85

Como vemos, se aplica un factor de corrección de 0,72 a la intensidad admisible, ya que se trata de una terna de cables unipolares separados una distancia  $d = 0,15$  m (4 cables).

Continuamos con el cálculo del momento eléctrico de cada línea para comprobar que la caída de tensión en cada de ellas es inferior al 5 %.

Las longitudes de cada línea se indican en metros, la potencia en W y el momento eléctrico en kW\*Km.

## TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

### AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

Línea	Longitud	Potencia	Momento (kW*km)	C.d.t (%)
1a	141,6	97,5	13,81	1,46
1b	111,6	97,5	10,88	1,15
1c	81,6	97,5	7,96	0,84
1d	51,6	97,5	5	0,53
1e	63	97,5	6,14	0,65
1f	93	97,5	9,06	0,96
1g	123	97,5	12	1,26
1h	153	97,5	14,92	1,57

### 2.5.2 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº2 (400 + 400 kVA)

Desde el centro de transformación nº2 saldrá una línea que dará suministro a las 5 naves restantes situadas al oeste del área.

Las características a tener en cuenta de la red para realizar los cálculos son:

Tensión: 400/230 V

Factor de potencia: 0,9

En la siguiente tabla se recoger la potencia aparente y la intensidad que soporta cada línea.

Centro de Transformación nº2			
Línea	Nave	Potencia aparente (VA)	Intensidad (A)
2a	1	108.333,33	272
2b	2	108.333,33	272
2c	3	108.333,33	272
2d	4	108.333,33	272
2e	5	108.333,33	272

A continuación se muestra la intensidad admisible de cada línea y su saturación correspondiente:

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

Línea	I <sub>admisible</sub> (A)	Intensidad (A)	Saturación (%)
2a	309,6	272	87,85
2b	309,6	272	87,85
2c	309,6	272	87,85
2d	309,6	272	87,85
2e	309,6	272	87,85

Como vemos, se aplica un factor de corrección de 0,72 a la intensidad admisible, ya que se trata de una terna de cables unipolares separados una distancia  $d = 0,15$  m (4 cables).

Continuamos con el cálculo del momento eléctrico de cada línea para comprobar que la caída de tensión en cada de ellas es inferior al 5 %.

Las longitudes de cada línea se indican en metros, la potencia en W y el momento eléctrico en kW\*Km.

Línea	Longitud	Potencia	Momento (kW*km)	C.d.t (%)
2a	39,6	97,5	3,86	0,4
2b	69,6	97,5	6,78	0,72
2c	99,6	97,5	9,71	1,02
2d	129,6	97,5	12,64	1,33
2e	159,6	97,5	15,56	1,64

## 2.6 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO

El tiempo de corte del elemento de protección de la corriente que resulte de un cortocircuito, en un punto cualquiera del circuito, no debe de ser superior al que tarda el conductor en alcanzar la temperatura máxima admisible.

Para tiempos no superiores a 5 segundos la norma UNE 20460-4-43 establece, para el calentamiento límite del cable la fórmula:

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

$$\sqrt{t} = k \cdot \frac{S}{I}$$

$$I = \frac{k \cdot S}{\sqrt{t}}$$

$t$  = tiempo en segundos.

$S$  = sección en mm<sup>2</sup>.

$I$  = valor eficaz de la corriente de cortocircuito prevista en amperios.

$k$  = 115 para conductores de Cu aislados con PVC.

$k$  = 135 para conductores de Cu aislados con EPR o XLPE.

En la siguiente tabla pueden verse las intensidades de cortocircuito admisibles en los cables durante 5 segundos

Sección conductor (mm <sup>2</sup> )	Intensidad de cortocircuito admisible $I_s$ (A)	
	PVC	XLPE
10	514	604
16	822	966
25	1.285	1.510
35	1.800	2.113
50	2.571	3.019
70	3.600	4.226
95	4.886	5.736
120	6.172	7.245
150	7.714	9.056
240	12.343	14.490

La intensidad mínima de fusión en un tiempo inferior a 5 segundos viene dada en la tabla 3 de la Norma UNE 60269/1, para la clase gG y para cada una de las intensidades nominales.

Intensidad de fusión de los fusibles de clase gG en 5 segundos	
Intensidad nominal fusible, $I_n$ (A)	Intensidad fusión, $I_f$ (A)
63	320
80	425
100	580

## TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

### AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

125	715
160	950
200	1.250
250	1.650
315	2.200
400	2.840

El conductor estará protegido frente a cortocircuitos por un fusible ( $I_n$ ) cuando se cumplan las siguientes condiciones:

- La intensidad de cortocircuito admisible en el cable,  $I_s$  sea superior a la intensidad de fusión del fusible en 5 segundos,  $I_f$  de la tabla anterior.
- La intensidad de fusión del fusible en 5 segundos de la tabla anterior sea inferior a la corriente que resulte de un cortocircuito en cualquier punto de la instalación  $I_{cc}$ .

$$I_s > I_f < I_{cc}$$

La intensidad de cortocircuito  $I_{cc}$  está limitada por la impedancia del circuito hasta el punto del cortocircuito y puede calcularse, con suficiente exactitud, por la expresión:

$$I_{cc} = \frac{0,8 * u}{(Z_f + Z_N) * L}$$
$$L = \frac{0,8 * u}{(Z_f + Z_N) * I_f}$$

$I_{cc}$  = Valor eficaz de la intensidad de cortocircuito (A).

$u$  = Tensión entre fase y neutro (V).

$L$  = Longitud del circuito (m).

$Z_f$  = Impedancia a 90°C del conductor de fase ( $\Omega/m$ ).

$Z_n$  = Impedancia a 90°C del conductor neutro ( $\Omega/m$ ).

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

La intensidad de cortocircuito más desfavorable se producirá en el caso de defecto fase-neutro.

En la siguiente tabla se recogen las longitudes máximas de circuitos protegidos frente a cortocircuitos, para cada sección de conductor, y aparecen señalados con (\*) los fusibles que protegen simultáneamente al cable frente a sobrecargas.

En ese cálculo se han considerado nulas las impedancias de la red y la acometida. En aquellos casos que éstas tuvieran valores apreciables deberán ser tenidas en cuenta.

Conductor (mm <sup>2</sup> )		Intensidad nominal del fusible $I_n$ (A)								
Fase	Neutro	63	80	100	125	160	200	250	315	400
10	10	120								
16	16	190	145	105	85					
25	16	*235	175	130	105					
25	25	305	230	165	135	100				
50	25		*300	*220	175	130				
95	50			*410	*335	250	190	145	105	85
150	95				*585	*440	*335	255	190	145
240	150					*645	*490	*370	*280	*215

## 3 RED SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN

### 3.1 CARACTERÍSTICAS

La red de media tensión que une el centro de transformación nº2 del polígono ya existente con los dos centros de transformación del nuevo polígono será una red subterránea formada por tres conductores RHZ-1 12/20 kV de 240 mm<sup>2</sup>.

En el cálculo eléctrico de la línea se tendrán en cuenta; el régimen máximo de carga, la intensidad máxima admisible por el conductor y la caída de tensión de la línea.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

La red tiene las siguientes características:

- Tensión: 12/20KV
- Longitud total:
  - Centro de Transformación nº1 (630 + 630 kVA)
  - Centro de Transformación nº2 (400 + 400 kVA).
- Nº de circuitos: 1
- Conductor: RHZ1 12/20 kV 3x(1x240) mm<sup>2</sup> Al + H 16
- Comienzo de línea: CT nº 2 polígono Las Marismas de Santoña.
- Final de línea: CT nº1 ampliación polígono industrial (según proyecto).  
CT nº2 ampliación polígono industrial (según proyecto).

### 3.2 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

Para el cálculo de la red de MT, seguiremos las recomendaciones de la empresa suministradora y de la ITC-LAT-06.

A los efectos de determinar la intensidad máxima admisible, se considerará una instalación tipo con cables de aislamiento seco hasta 18/30 kV formada por un terno de cables unipolares directamente enterrado en toda su longitud a 1 metro de profundidad (medido hasta la parte superior del cable). En un terreno de resistividad térmica media de 1,5 K.m/W, con una temperatura ambiente del terreno a dicha profundidad de 25 °C y con una temperatura del aire ambiente de 40 °C.

Como bien hemos citado antes, elegiremos un cable unipolar de aluminio de 240 mm<sup>2</sup> de sección, a una tensión nominal de 12/20 kV y capaz de soportar una intensidad de 345 A según la tabla 6 de la ITC-LAT-06.

Sección (mm <sup>2</sup> )	EPR		XLPE		HEPR	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
25	125	96	130	100	135	105
35	145	115	155	120	160	125
50	175	135	180	140	190	145

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

70	215	165	225	170	235	180
95	255	200	265	205	280	215
120	290	225	300	235	320	245
150	325	255	340	260	360	275
185	370	285	380	295	405	315
240	425	335	440	<b>345</b>	470	365
300	480	375	490	390	530	410
400	540	430	560	445	600	470

Figura 17: Intensidad máxima admisible (A) para conductor directamente enterrado (Fuente: ITC-LAT-06)

La intensidad admisible de un cable, determinada por las condiciones de instalación enterrada cuyas características se han especificado en el apartado anterior, deberá corregirse teniendo en cuenta cada una de las magnitudes de la instalación real que difieran de aquéllas. De forma que, el aumento de temperatura provocado por la circulación de la intensidad calculada no dé lugar a una temperatura, en el conductor, superior a la prescrita en la tabla 5.

En nuestro caso, el factor de corrección a aplicar será de 0,82, por lo que la intensidad máxima del cable será:

$$I = 345 \cdot 0,82 = 282,9 \text{ A}$$

Tipo de instalación		Factor de corrección									
		Separación de los ternos	Número de ternos de la zanja								
			2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cables directamente enterrados	En contacto (d=0 cm)		0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
	d = 0,2 m		0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
	d = 0,4 m		0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
	d = 0,6 m		0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	-
	d = 0,8 m		0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	-	-	-
Cables bajo tubo	En contacto (d=0 cm)		0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,49
	d = 0,2 m		0,83	0,75	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
	d = 0,4 m		0,87	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
	d = 0,6 m		0,89	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	-
	d = 0,8 m		0,90	0,86	0,84	0,82	0,81	-	-	-	-

Figura 18: Factor de corrección por distancia entre ternos.

A continuación comprobaremos que el conductor seleccionado es el correcto atendiendo a:

- Intensidad máxima admisible.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

- Densidad máxima de cortocircuito.
- Caída de tensión.

### 3.3 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

En primer lugar calcularemos la potencia máxima:

$$P_{m\acute{a}x} = \sqrt{3} \cdot V \cdot I_{m\acute{a}x} \cdot \cos \varphi$$

$$P_{m\acute{a}x} = \sqrt{3} \cdot 15.282,9 \cdot 0,9 = 6614,96 \text{ kW}$$

La potencia prevista para el nuevo polígono es de **1272,8 kW**, por lo que es inferior a la potencia máxima prevista  $P_{m\acute{a}x}$ .

La previsión de potencia aparente compleja era de 1584,38 kVA. Con esto, calculamos la intensidad máxima.

$$I_{m\acute{a}x} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V} = \frac{1584,38}{\sqrt{3} \cdot 15} = 61 \text{ A}$$

La intensidad máxima es inferior a la calculada en el apartado anterior, por lo que nuestro conductor de 240 mm<sup>2</sup> de sección es correcto.

### 3.4 DENSIDAD MÁXIMA DE CORTOCIRCUITO (INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO)

Las intensidades máximas de cortocircuito admisibles en los conductores se calcularán de acuerdo con la Norma UNE 21192, siendo válido el cálculo aproximado de las densidades de corriente que se indica a continuación.

Estas densidades de corriente se calculan de acuerdo con las temperaturas especificadas en la tabla 5 de la ITC-LAT-06, considerando como temperatura inicial,  $\theta_i$ , la máxima asignada al conductor para servicio permanente,  $\theta_s$ , y como

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

temperatura final la máxima asignada al conductor para cortocircuitos de duración inferior a 5 segundos,  $\theta_{cc}$ .

En el cálculo se considera que todo el calor desprendido durante el proceso es absorbido por los conductores, ya que su masa es muy grande en comparación con la superficie de disipación de calor y la duración del proceso es relativamente corta (proceso adiabático).

La relación entre la intensidad de cortocircuito y la sección del cable es la siguiente:

$$\frac{I_{cc}}{S} = \frac{K}{\sqrt{t_{cc}}}$$

Donde:

$I_{cc}$ : corriente de cortocircuito, en A.

S: sección del conductor, en mm<sup>2</sup>.

K: coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas al inicio y final del cortocircuito.

$t_{cc}$ : duración del cortocircuito, en segundos.

La tabla siguiente muestra las densidades máximas de cortocircuito para conductores de aluminio en función de su aislamiento.

Tipo de aislamiento	$\Delta\theta^*$ (K)	Duración del cortocircuito, $t_{cc}$ , en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
PVC:											
sección $\leq 300$ mm <sup>2</sup>	90	240	170	138	107	98	76	62	53	48	43
sección $> 300$ mm <sup>2</sup>	70	215	152	124	96	87	68	55	48	43	39
XLPE, EPR y HEPR	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54
HEPR Uo/U $\leq$ 18/30 kV	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

\*  $\Delta\theta$  es la diferencia entre la temperatura de servicio permanente y la temperatura de cortocircuito.

Figura 18: Densidad máx. adm. de corriente cortocircuito (A/mm<sup>2</sup>), para conductores de Al

Para un aislamiento XLPE y un  $t_{cc}=0,5$  segundos, la densidad máxima de cortocircuito es de 133 A/mm<sup>2</sup>.

## TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

### AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

$$I_{m\acute{a}x\ cc} = 133 \frac{A}{mm^2} \cdot 240 mm^2 = 31,92 kA$$

La intensidad de cortocircuito se calcula de la siguiente manera:

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Siendo:

$I_{cc}$ : intensidad de cortocircuito (kA).

$S_{cc}$ : potencia aparente de cortocircuito (MVA).

U: tensión de servicio en (kV).

La potencia aparente de cortocircuito es de 519,6 MVA, dato que nos suministra la compañía eléctrica.

$$I_{cc} = \frac{519,6 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 15} = 20 kA$$

Y, como bien nos indica en la siguiente tabla, la compañía eléctrica en su normativa para instalaciones de enlace en MT y AT.

Tensión Asignada	Intensidad de Cortocircuito (kA)
≤ 20 Kv	20 kA
> 20 Kv	

Por lo tanto, la sección mínima del conductor es la siguiente:

$$S = \frac{20000 \cdot \sqrt{0,5}}{160} = 88,39 mm^2$$

Cumpléndose:

$$88,39 mm^2 < 240 mm^2$$

### 3.5 CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN

La caída máxima de tensión que se puede producir en la línea es del 7% tanto en situación de máxima carga como en situación de emergencia según la normativa de la empresa suministradora.

Datos de la línea:

- Temperatura del terreno: 25 °C.
- Resistividad térmica del terreno: 1,5 k.m/W.
- Longitud de la línea: 848 m.
- Tensión de la línea: 15 kV.
- Factor de potencia = 0,8.

El conductor elegido es el RHZ1 12/20 Kv 3 x (1x240) mm<sup>2</sup> Al + H 16 de la marca PRYSMIAN o similar. Los valores de resistencia e inductancia de éste conductor suministrados por el fabricante son los siguientes:

- R = 0,125 Ω/km.
- X = 0,114 Ω/km.

Para calcular la caída de tensión de manera aproximada utilizamos la siguiente expresión:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \text{sen } \varphi)$$

Siendo:

$\Delta U$  = Caída de tensión (V).

L = Longitud (km).

I = Intensidad de corriente (A).

R = Resistencia del conductor (Ω/km).

X = Reactancia (Ω/km).

$\text{Cos } \varphi = 0,8$ .

$\text{Sen } \varphi = 0,6$ .

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 0,848 \cdot 256,32 \cdot (0,125 \cdot 0,8 + 0,114 \cdot 0,6)$$

$$\Delta U = 63,4 \text{ V}$$

Aplicando la siguiente fórmula, obtenemos el valor de la caída de tensión en porcentaje:

$$\Delta u = \frac{\Delta U}{U_L} \cdot 100$$

Siendo:

$\Delta U$  = Caída de tensión (V).

$\Delta u$  = Caída de tensión (%).

$U_L$  = Tensión (kV).

$$\Delta u = \frac{63,4}{15000} \cdot 100$$

$$\Delta u = 0,42 \%$$

$$\Delta u = 0,42 \% \ll 7 \%$$

Las caídas de tensión en la red de MT son prácticamente menospreciables, debido a que la longitud de la red es relativamente pequeña en proporción a la tensión que se transporta.

## 4 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

### 4.1 DISEÑO DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

Para el dimensionamiento de los centros de transformación se siguen los criterios que se indican en la Norma Técnica particular para instalaciones de Baja Tensión de la empresa suministradora.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

Para el cálculo de la potencia de dimensionamiento de cada Centro de Transformación se define el Coeficiente BT/CT. Para polígonos industriales su valor:

- Será 1 si el número de naves que alimenta el Centro de Transformación es menor a 10.
- Será 0,78 si el número de naves que alimenta el Centro de Transformación es mayor o igual a 10.

Siguiendo lo anteriormente expuesto se obtienen las siguientes potencias de dimensionamiento para cada Centro de Transformación.

Centro de transformación	S (kVA)	S dim (kVA)
CT 1	866,4	866,4
CT 2	541,5	541,5

La potencia aparente a instalar en el CT1 será **1.260 kVA** (630 + 630 kVA).

La potencia aparente a instalar en el CT2 será **800 kVA** (400 + 400 kVA).

CT	Transformador	Carga (kVA)	Carga pred (kVA)	Carga (%)
1	Trafo 1: 630 kVA	433,2	433,2	68,76
	Trafo 2: 630 kVA	433,2	433,2	68,76
2	Trafo 1: 400 kVA	324,9	324,9	81,23
	Trafo 2: 400 kVA	216,6	216,6	54,15

## 4.2 INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dado por:

$$I_P = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_P}$$

Donde:

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

P: Potencia del transformador (kVA).

$U_p$ : Tensión primaria (kV).

$I_p$ : Intensidad primaria (A).

Siendo las potencias de los transformadores 400 kVA y 630 kVA, y la tensión primaria de alimentación 15 kV, se obtiene para cada transformador:

- Transformador 400 kVA:

$$I_p = 15,4 \text{ A}$$

- Transformador 630 kVA:

$$I_p = 24,25 \text{ A}$$

### 4.3 INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s}$$

Donde:

P: Potencia del transformador (kVA).

$U_s$ : Tensión en el secundario (kV).

$I_s$ : Intensidad en el secundario (A).

Siendo las potencias de los transformadores 400 kVA y 630 kVA, y la tensión en el secundario de 420 V, se obtiene para cada transformador:

- Transformador 400 kVA:

$$I_s = 549,86 \text{ A}$$

- Transformador 630 kVA:

$$I_s = 866 \text{ A}$$

### 4.4 INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO

#### 4.4.1 LADO PRIMARIO DEL TRANSFORMADOR

La corriente en el lado de media tensión del transformador no depende de su potencia asignada, sino de la potencia de cortocircuito de la red de Media Tensión. En este caso, la potencia de cortocircuito es de 519,6 MVA, dato suministrado por la compañía suministradora.

Esta intensidad será la misma que la ya calculada en la red de Media Tensión de éste documento.

$$I_{ccp} = 20 \text{ kA}$$

#### 4.4.2 LADO SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR

Para calcular la intensidad de cortocircuito en el lado de baja tensión del transformador, utilizaremos la siguiente expresión:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s}$$

Siendo:

$I_{ccs}$  = Corriente de cortocircuito (kA).

$P$  = Potencia del transformador (kVA).

$E_{cc}$  = Tensión de cortocircuito del transformador (%).

$U_s$  = Tensión en el secundario (V).

En la información del fabricante de transformadores Ormazábal, obtenemos los datos necesarios.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

Características eléctricas		36kV: B <sub>036</sub> B <sub>k36</sub>			
POTENCIA ASIGNADA [kVA]		400	630	1.000	
Tensión [kV]	Primaria	25			
Asignada (Ur) [V]	Secundaria en vacío	420			
Grupo de Conexión		Dyn11			
Pérdidas en Vacío – P <sub>0</sub> [W]	Lista	930	1.300	1.700	
B <sub>036</sub>					
Pérdidas en Carga – P <sub>k</sub> [W]	Lista	4.900	6.500	10.500	
B <sub>k36</sub>					
Impedancia de Cortocircuito (%) a 75°C		4,5	4,5	6	
Nivel de Potencia Acústica L <sub>WA</sub> [dB]	Lista	65	67	68	
B <sub>036</sub>					
Caída de tensión a plena carga (%)	Cosφ = 1	1,32	1,13	1,22	
	Cosφ = 0,8	3,62	3,50	4,47	
Rendimiento (%)	Carga 100%	Cosφ = 1	98,56	98,78	98,79
		Cosφ = 0,8	98,21	98,48	98,50
	Carga 75%	Cosφ = 1	98,79	98,96	99,00
		Cosφ = 0,8	98,49	98,71	98,75

Figura 19: Características eléctricas de los transformadores

Con estos datos, calculamos las intensidades de cortocircuito para cada transformador:

- Transformador de 400 kVA:

$$I_{cc_s} = 12,22 \text{ kA}$$

- Transformador de 630 kVA:

$$I_{cc_s} = 19,25 \text{ kA}$$

### 4.5 EMBARRADO

Las celdas fabricadas por el suministrador han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 630 A.

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada anteriormente.

$$I_{cc_{din}} = 2,5 \cdot 20 = 50 \text{ kA}$$

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

$$I_{cc_{ter}} = 20 \text{ kA}$$

### 4.6 PUENTES DE UNIÓN

Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar los parámetros de la red.

Para ambos transformadores se tiene:

- La intensidad nominal demandada por el transformador es igual a 24,2 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.
- El valor máximo admisible es de 235 A para un cable de sección de 95 mm<sup>2</sup> de Al según el fabricante.

### 4.7 PROTECCIONES

Los transformadores están protegidos tanto en MT como en BT. En MT la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en BT la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

### 4.7.1 PROTECCIONES EN MEDIA TENSIÓN

La protección en MT de cada transformador se realiza mediante una celda de interruptor con fusibles, siendo estos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador.

La intensidad nominal de estos fusibles es de 50 A.

La celda de protección del transformador no incorpora relé, al considerarse suficiente el empleo de las otras protecciones.

La intensidad nominal del fusible de alta tensión, depende de la curva de fusión y normalmente está comprendida entre 2 y 3 veces la intensidad nominal del transformador protegido, en nuestro caso:

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

$$I_{fus} = I_{np} \cdot 2,5$$

Siendo:

$I_{fus}$  = Intensidad mínima del fusible (A).

$I_{np}$  = Intensidad nominal del transformador en el primario (A).

La intensidad máxima prevista en el lado de Media Tensión, será lo calculado en el apartado 4.2 *Intensidad de Media Tensión*, de este documento. Los fusibles seleccionados para cada transformador son los siguientes:

Potencia Transformador (kVA)	$I_{np}$ (A)	$I_{fus}$ (A)	Fusible (A)
400	9,24	23,10	25
630	14,55	36,38	40

Figura 20: Fusibles de MT

### 4.7.2 PROTECCIONES EN BAJA TENSIÓN

Las salidas de BT cuentan con fusibles en ellas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente, según lo calculado anteriormente.

La salida de Baja Tensión del transformador acomete a un cuadro general de distribución, constituido según la Norma UNE-21428. Por ello, el cuadro general de BT estará protegido por fusibles de 315 A, para la protección de las redes eléctricas de BT siguiendo las características que figuran en la Norma UNE 21103-80 "Cortocircuitos fusibles de Baja Tensión", donde la intensidad nominal del fusible no sea en ningún caso superior a la capacidad del conductor a proteger.

### 4.8. VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

El edificio empleado en esta aplicación ha sido homologado según los protocolos obtenidos en laboratorio Labein (Vizcaya - España):

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

- 97624-1-E, para ventilación de transformador de potencia hasta 1000 kVA.
- 960124-CJ-EB-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 1600 kVA.

### 4.9 DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 600 litros de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

### 4.10 PUESTA A TIERRA DE LOS CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Desde el punto de vista de la seguridad de las personas, el cálculo del sistema de puesta a tierra de una instalación de distribución de energía eléctrica es de gran importancia.

Cada CT estará provisto de una instalación puesta a tierra, con objeto de limitar las tensiones de defecto a tierra que puedan producirse en el propio CT. La instalación de puesta a tierra, complementada con los dispositivos de interrupción de corriente, deberá asegurar la descarga a tierra de la intensidad homopolar de defecto, y contribuir a la eliminación del riesgo eléctrico, debido a la aparición de tensiones peligrosas, en el caso de contacto con las masas que puedan ponerse en tensión. Será independiente de la tierra del edificio

La instalación de puesta a tierra estará formada por dos circuitos, el de protección y el de servicio, a los cuales se conectarán los diferentes elementos del CT.

- Tierra de protección: se conectarán las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero pueden estarlo por defectos

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

de aislamiento, averías o causas fortuitas, tales como chasis y bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

- Tierra de servicio: se conectarán a este sistema el neutro del transformador y la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de las celdas a medida.

### 4.10.1 CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría (tensión nominal inferior a 30 kV e igual o superior a 1 kV), y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalaran los Centros de Transformación, se determina la resistividad media en 150  $\Omega \cdot m$ .

### 4.10.2 DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO

Toda instalación eléctrica ha de disponer de una protección o instalación de tierras diseñada de tal manera que, en el punto normalmente accesible al interior o exterior de la misma donde las personas pueden circular o estar, estas queden sometidas como máximo a las tensiones de paso y contacto (durante cualquier defecto en la instalación eléctrica o en la red unida a esta) que resulten de la aplicación de las fórmulas que se recogen más adelante.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

Cuando se produzca un defecto a tierra, este se eliminará mediante la apertura de un interruptor que actúa por orden de un relé de curva de actuación extremadamente inversa que garantiza la desaparición del defecto.

Los relés a utilizar para la protección de línea serán relés de curva de actuación extremadamente inversa que garantiza la desaparición del defecto en un tiempo inferior a 0,6 segundos.

- Constante:  $K=24$
- Curva:  $n'=2$
- Corriente de arranque de la protección: 60 A.

Para evitar que la sobretensión que aparece al producirse un defecto en el aislamiento del circuito de alta tensión deteriore los elementos de baja tensión de los centros de transformación, el electrodo de puesta a tierra deberá tener un efecto limitador, de forma que la tensión de defecto sea inferior a 8.000 V, que es el nivel de aislamiento de las instalaciones de Baja Tensión de los centros de transformación.

$$V_d = R_t * I_d \leq 8.000 V \quad (3.1)$$

Donde,

$V_d$  = Tensión de defecto (V).

$R_t$  = Resistencia de la puesta a tierra de protección del CT ( $\Omega$ ).

$I_d$  = Intensidad de defecto (A).

Para calcular la intensidad máxima de defecto, se considerará la impedancia de la puesta a tierra del neutro de la red de MT y la resistencia del electrodo de la puesta a tierra mediante la siguiente fórmula:

$$I_d = \frac{U_L}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}} \quad (3.2)$$

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

Donde,

$I_d$  = Intensidad de defecto (A).

$U_L$  = Tensión de línea (V).

$R_n$  = Resistencia de la puesta a tierra del neutro de la red ( $\Omega$ ).

$R_t$  = Resistencia de la puesta a tierra de protección del CT ( $\Omega$ ).

$X_n$  = Reactancia de la puesta a tierra del neutro de la red ( $\Omega$ ).

El valor de la reactancia de la puesta a tierra del neutro del centro de transformación será de 25  $\Omega$ . Mientras que el valor de la resistencia de la puesta a tierra del neutro de la red será despreciable.

Resolvemos el sistema de ecuaciones obteniendo los siguientes resultados:

$$R_t = 16,65 \Omega$$

$$I_d = 480,48 A$$

Para poder escoger el electrodo, calculamos el valor máximo unitario de la resistencia de puesta a tierra del electrodo. Para ello utilizaremos la fórmula siguiente:

$$K_r = \frac{R_t}{\rho} \quad (3.3)$$

Siendo,

$K_r$  = Resistencia de la puesta a tierra del electrodo ( $\Omega/\Omega \cdot m$ ).

$R_t$  = Resistencia de la puesta a tierra de protección del CT ( $\Omega$ ).

$\rho$  = Resistividad del terreno ( $\Omega \cdot m$ )

En nuestro caso, el valor de la resistividad del terreno, previo estudio del terreno, es de 100  $\Omega \cdot m$ .

$$K_r = 0,111 \Omega/\Omega \cdot m$$

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

Con el valor obtenido se seleccionará el tipo de electrodo en función de las dimensiones del centro de transformación. Esta deberá cumplir los requisitos de tener una  $k_r$  inferior a la obtenida.

Para los cálculos realizados se utilizarán las expresiones y procedimientos recogidos en el anexo 2 del “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para los centros de transformación de tercera categoría” de UNESA, conforme a las características de los centros de transformación del presente proyecto.

Para los dos centros de transformación PFU-5 del polígono obtenemos los siguientes datos:

- Dimensiones:
  - Longitud: 6.080 mm.
  - Fondo: 2.380 mm.
- Parámetros característicos de la puesta a tierra:
  - Rectángulo de 7m x 3m.
    - Configuración: 70-30/5/42.
    - Sección conductor: 50 mm<sup>2</sup>.
    - Diámetro picas: 14 mm.
    - $L_p$ : Longitud de la pica: 2 m.
    - Número de picas: 4.
    - Profundidad del electrodo: 0,5 m.
    - Resistencia de la puesta a tierra del electrodo:  
 $K_r = 0,081 \Omega/\Omega \cdot m$ .
    - Tensión de paso al exterior:  $K_p = 0,0178 (V \cdot /(\Omega \cdot m) \cdot A)$

Aplicamos la fórmula anterior para obtener la resistencia de puesta a tierra:

$$R_t = 12,15 \Omega$$

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

La intensidad de defecto la obtenemos, también, como hemos visto anteriormente:

$$I_d = 311,56 A$$

La tensión de paso en el exterior viene determinada por las características del electrodo y la resistividad del terreno.

$$V_p = k_p \cdot \rho \cdot I_d$$

Donde,

$V_p$ : Tensión de paso (V).

$k_p$ : Tensión de paso exterior (V/( $\Omega \cdot m$ )·A)).

$\rho$ : Resistividad del terreno ( $\Omega \cdot m$ ).

$I_d$ : Intensidad de defecto (A).

$$V_p = 831,88 V$$

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejas de ventilación metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico con las masas de los conductores, que en caso de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidos a tensión. Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto exteriores, ya que estas serán prácticamente nulas.

El edificio prefabricado de hormigón estará construido de tal manera que, una vez instalado, su interior sea una superficie equipotencial. Todas las partes metálicas que constituyen la armadura del sistema equipotencial estarán unidas entre sí mediante soldaduras eléctricas. Las conexiones entre las partes metálicas pertenecientes a diferentes elementos se efectuarán de forma que se consiga la equipotencialidad de estos.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

Esta armadura equipotencial estará conectada al sistema de tierras de protección (excepto puerta y rejas, que como se ha indicado, no tendrán contacto eléctrico con el sistema equipotencial). Por ello, no será necesario el cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación debido a que su valor será prácticamente nulo.

La tensión de defecto será la calculada mediante la fórmula:

$$V_d = R_t * I_d = \leq 8.000 V$$

$$V_d = 3785,45 V$$

### 4.10.3 COMPROBACIÓN

Para comprobar que el electrodo escogido es el correcto calcularemos los valores máximos admisibles, a los cuales puedan estar sometidas las personas, de las tensiones de paso en el exterior y en el acceso al centro de transformación según la MIE-RAT 13.

Toda instalación eléctrica deberá disponer de una protección o instalación de tierra diseñada de forma que, en cualquier punto normalmente accesible del interior o exterior de la misma donde las personas puedan circular o permanecer, éstas queden sometidas como máximo a las tensiones de paso y contacto (durante cualquier defecto en la instalación eléctrica o en la red unida a ella) que resulten de la aplicación de la siguiente fórmula.

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot \rho}{1.000}\right)$$

Donde,

$V_p$ : Tensión de paso (V).

$K = 72$  y  $n = 1$  para tiempos inferiores a 0,9 segundos.

$t$ : Duración de la falta (s). Caso más desfavorable según el relé utilizado serán 0,6 s).

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

$\rho$ : Resistividad del terreno ( $\Omega \cdot m$ ).

$$V_p = 2280 V$$

Los valores de las tensiones de paso, no podrán superar los valores calculados por la fórmula en ninguna zona del terreno afectada por la instalación de tierra.

El valor de la resistencia de puesta a tierra del electrodo, deberá ser inferior a 37  $\Omega$ , la resistencia se calcula a partir de la fórmula:

$$K_r = \frac{R_t}{\rho}$$

Parámetros	PFU-5		Valores máximos admisibles
Configuración	70-30/5/42	-	
$R_t$ ( $\Omega$ )	12,15	<	37
$I_d$ (A)	311,56	<	1000
$V_p$ (V)	831,88	<	2280
$V_d$ (v)	3785,45	<	8000

Figura 21: Resultado de la puesta a tierra de protección

Cuando al tensión de defecto a tierra en el centro de transformación sea superior a 1000 V, el circuito de puesta a tierra de protección del CT, y el de servicio (neutro del transformador), estarán separados entre sí (MIE-RAT 13). Los electrodos estarán separados una distancia que viene definida por:

$$D > \frac{\rho \cdot I_d}{\pi \cdot 2 \cdot U_i}$$

Siendo,

$D$ : Distancia entre electrodos (m).

$I_d$ : Intensidad de defecto (A).

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

$\rho$ : Resistividad del terreno ( $\Omega \cdot m$ ).

$U_i$ : Tensión de defecto (V) ( $U_i = 1.000 V$ ).

C.T.	D (m)	
	D mínima	D utilizada
PFU-5	7,44	12

Figura 22: Resultado de la distancia mínima entre electrodos

## 5 ALUMBRADO PÚBLICO

Para el cálculo de las secciones de los conductores se siguen las indicaciones de la ITC-BT-09 y la ITC-BT-07:

- Conductor tetrapolar de cobre y de tensión nominal 0,6/1 kV.
- Aislamiento del cable: XLPE
- Instalación enterrada bajo tubo

### 5.1 CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES

Para el cálculo de los conductores se ha tomado como valor inicial de sección de los conductores tetrapolares de cobre  $6 \text{ mm}^2$ . Atendiendo a la tabla 5 de la ITC-BT-07, la intensidad máxima es de 66 A.

## TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

### AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

SECCIÓN NOMINAL mm <sup>2</sup>	Terna de cables unipolares (1) (2)			1 cable tripolar o tetrapolar (3)		
						
	TIPO DE AISLAMIENTO					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
6	72	70	63	66	64	56
10	96	94	85	88	85	75
16	125	120	110	115	110	97
25	160	155	140	150	140	125
35	190	185	170	180	175	150
50	230	225	200	215	205	180
70	280	270	245	260	250	220
95	335	325	290	310	305	265
120	380	375	335	355	350	305
150	425	415	370	400	390	340
185	480	470	420	450	440	385
240	550	540	485	520	505	445
300	620	610	550	590	565	505
400	705	690	615	665	645	570
500	790	775	685	-	-	-
630	885	870	770	-	-	-

*Figura 23: Intensidad máxima (A) conductores de cable en instalación enterrada (Fuente:ITC-BT-07)*

A la hora de realizar los cálculos, se ha de tener en cuenta que la caída de tensión no supere el 3% en ningún punto del circuito tal y como se describe en la ITC-BT-09, y que la intensidad que circula por los conductores es menor que la intensidad máxima admisible.

A continuación se definen los siguientes parámetros necesarios para el cálculo de la red:

- Potencia aparente: Viene dada en VA y se calcula según la siguiente expresión indicada en ITC-BT-09.

$$S = 1,8 \cdot n^{\circ} \text{luminarias} \cdot 70 W$$

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

- Intensidad máxima: Se calcula según la siguiente expresión de la ITC-BT-07.

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

Donde:

$I$ : Intensidad que circula por el conductor en A.

$P$ : Potencia en W

$U$ : Tensión en V

$fdp$ : Factor de potencia de la lámpara (Según ITC-BT-09,  $fdp=0,9$ ).

- Caída de tensión: La caída de tensión en una línea trifásica se calcula según la siguiente expresión.

$$e = \frac{P * L}{\gamma_{CU} * S * U}$$

Donde:

$P$ : Potencia que circula por el conductor en W.

$L$ : Longitud del conductor en metros.

$\gamma_{CU}$ : Conductividad del cobre. Se toma  $56 \text{ m}/(\Omega * \text{mm}^2)$

$S$ : Sección del conductor en  $\text{mm}^2$ .

$U$ : Tensión de la línea en V.

### 5.1.1 CUADRO DE ALUMBRADO

- Tramo inicial desde el Centro de Transformación 1 al cuadro de alumbrado 1

## TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

### AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

Se calcula la intensidad que circulará para verificar que el conductor tetrapolar de cobre y sección 6 mm<sup>2</sup> es el adecuado. Siendo 20 el número de luminarias que se alimentan y 70 la potencia en W de cada una de ellas.

$$S = 1,8 \cdot n^{\circ} \text{luminarias} \cdot 70 W$$

$$S = 1,8 \cdot 28 \cdot 70 W = 3.528 VA$$

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

$$I = \frac{3528}{\sqrt{3} \cdot 420 \cdot 0,9} = 5,39 A < 66 A$$

$$e = \frac{P \cdot L}{\mu_{cu} \cdot S \cdot U}$$

$$\text{Saturación} = \frac{5,39}{66} \cdot 100 = 8,16 \%$$

- Línea 1

La línea 1, cable tetrapolar de cobre sección 6 mm<sup>2</sup> tiene su origen en el cuadro de alumbrado y alimenta un total de 14 luminarias.

$$S = 1,8 \cdot 14 \cdot 70 W = 1.764 VA$$

$$I = \frac{1764}{\sqrt{3} \cdot 420 \cdot 0,9} = 2,69 A < 66 A$$

$$\text{Saturación} = \frac{2,69}{66} \cdot 100 = 4 \%$$

Se verifica que tanto la intensidad máxima que circula por el conductor y la caída de tensión cumplen las condiciones expuestas anteriormente.

## TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

### AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

Tramo	S acum (VA)	P acum (W)	Intensidad (A)	Longitud (m)	c.d.t (V)	Tensión (V)	c.d.t total (%)
CM1-1	1764	1587,6	2,69	15	0,18	399,82	0,04
1-2	1634	1470,6	2,50	20	0,22	399,60	0,10
2-3	1512	1360,8	2,31	20	0,20	399,40	0,15
3-4	1386	1247,4	2,12	20	0,18	399,22	0,19
4-5	1260	1134	1,92	20	0,17	399,05	0,23
5-6	1134	1020,6	1,73	20	0,15	398,90	0,27
6-7	1008	907,2	1,54	18	0,12	398,78	0,30
7-8	882	793,8	1,35	34	0,20	398,58	0,35
8-9	756	680,4	1,15	30	0,15	398,43	0,39
9-10	630	567	0,96	20	0,08	398,35	0,41
10-11	504	453,6	0,77	20	0,07	398,28	0,43
11-12	378	340,2	0,58	20	0,05	398,23	0,44
12-13	252	226,8	0,38	20	0,03	398,20	0,44
13-14	126	113,4	0,19	20	0,02	398,18	<b>0,45</b>

La máxima saturación del conductor es del 4 % y la caída de tensión es del 0,45 % por lo que para el conductor de cobre de 6 mm<sup>2</sup> se cumplen los criterios de diseño.

- Línea 2

La línea 2, cable tetrapolar de cobre sección 6 mm<sup>2</sup> tiene su origen en el cuadro de alumbrado y alimenta un total de 14 luminarias.

$$S = 1,8 \cdot 14 \cdot 70 W = 1.764 VA$$

$$I = \frac{1764}{\sqrt{3} \cdot 420 \cdot 0,9} = 2,69 A < 66 A$$

$$Saturación = \frac{2,69}{66} \cdot 100 = 4 \%$$

Se verifica que tanto la intensidad máxima que circula por el conductor y la caída de tensión cumplen las condiciones expuestas anteriormente

## TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

### AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

Tramo	S acum (VA)	P acum (W)	Intensidad (A)	Longitud (m)	c.d.t (V)	Tensión (V)	c.d.t total (%)
CM1-28	1764	1587,6	2,69	20	0,24	399,76	0,06
28-27	1638	1470,6	2,50	20	0,22	399,54	0,11
27-26	1512	1360,8	2,31	20	0,20	399,34	0,16
26-25	1386	1247,4	2,12	20	0,18	399,16	0,21
25-24	1260	1134	1,92	20	0,17	398,99	0,25
24-23	1134	1020,6	1,73	20	0,15	398,84	0,29
23-22	1008	907,2	1,54	17	0,11	398,73	0,32
22-21	882	793,8	1,35	34	0,20	398,53	0,37
21-20	756	680,4	1,15	20	0,10	398,43	0,40
20-19	630	567	0,96	20	0,08	398,35	0,42
19-18	504	453,6	0,77	20	0,07	398,28	0,44
18-17	378	340,2	0,58	20	0,05	398,23	0,45
17-16	252	226,8	0,38	20	0,03	398,20	0,45
16-15	126	113,4	0,19	20	0,02	398,18	<b>0,46</b>

La máxima saturación del conductor es del 4 % y la caída de tensión es del 0,46 % por lo que para el conductor de cobre de 6 mm<sup>2</sup> se cumplen los criterios de diseño.

- Tramo inicial desde el Centro de Transformación 2 al cuadro de alumbrado 2

Como en el caso anterior, se calcula la intensidad que circulará para verificar que el conductor tetrapolar de cobre y sección 6 mm<sup>2</sup> es el adecuado. Siendo 32 el número de luminarias que se alimentan y 70 la potencia en W de cada una de ellas.

$$S = 1,8 \cdot n^{\circ} \text{luminarias} \cdot 70 W$$

$$S = 1,8 \cdot 32 \cdot 70 W = 4.032 VA$$

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

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

$$I = \frac{4032}{\sqrt{3} \cdot 420 \cdot 0,9} = 6,16 A < 66 A$$

$$e = \frac{P \cdot L}{\mu_{cu} \cdot S \cdot U}$$

$$\text{Saturación} = \frac{6,16}{66} \cdot 100 = 9,33 \%$$

- Línea 3

La línea 3, cable tetrapolar de cobre sección 6 mm<sup>2</sup> tiene su origen en el cuadro de alumbrado y alimenta un total de 19 luminarias.

$$S = 1,8 \cdot 19 \cdot 70 W = 2.394 VA$$

$$I = \frac{2394}{\sqrt{3} \cdot 420 \cdot 0,9} = 3,65 A < 66 A$$

$$\text{Saturación} = \frac{3,65}{66} \cdot 100 = 5,54 \%$$

Se verifica que tanto la intensidad máxima que circula por el conductor y la caída de tensión cumplen las condiciones expuestas anteriormente.

Tramo	S acum (VA)	P acum (W)	Intensidad (A)	Longitud (m)	c.d.t (V)	Tensión (V)	c.d.t total (%)
<b>CM2-29</b>	2394	2154,6	3,65	15,5	0,25	399,75	0,06
<b>29-30</b>	2268	2041,2	3,46	20	0,30	399,45	0,14
<b>30-31</b>	2142	1927,8	3,27	20	0,28	399,17	0,21
<b>31-32</b>	2016	1814,4	3,08	20	0,27	398,90	0,28
<b>32-33</b>	1890	1701	2,88	20	0,25	398,65	0,34
<b>33-34</b>	1764	1587,6	2,69	20	0,24	398,41	0,40
<b>34-35</b>	1638	1474,2	2,50	20	0,22	398,19	0,45
<b>35-36</b>	1512	1360,8	2,31	20	0,20	397,99	0,50
<b>36-37</b>	1386	1247,4	2,12	20	0,18	397,81	0,54
<b>37-38</b>	1260	1134	1,92	9,5	0,08	397,73	<b>0,56</b>
<b>37-39</b>	1134	1020,6	1,73	20	0,15	397,58	0,60

## TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

### AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

<b>39-40</b>	1008	907,2	1,54	19	0,13	397,45	<b>0,63</b>
<b>39-41</b>	882	793,8	1,35	20	0,12	397,33	0,66
<b>41-42</b>	756	680,4	1,15	14	0,07	397,26	<b>0,68</b>
<b>41-43</b>	630	567	0,96	32	0,13	397,13	0,71
<b>43-44</b>	504	453,6	0,77	13	0,04	397,09	<b>0,72</b>
<b>43-45</b>	378	340,2	0,58	16	0,04	397,05	<b>0,73</b>
<b>43-46</b>	252	226,8	0,38	20	0,03	397,02	0,74
<b>46-47</b>	126	113,4	0,19	16	0,01	397,01	<b>0,74</b>

La máxima saturación del conductor es del 5,54 % y ninguna caída de tensión de cada final de línea supera el 3 %, por lo que para el conductor de cobre de 6 mm<sup>2</sup> se cumplen los criterios de diseño.

- Línea 4

La línea 4, cable tetrapolar de cobre sección 6 mm<sup>2</sup> tiene su origen en el cuadro de alumbrado y alimenta un total de 13 luminarias.

$$S = 1,8 \cdot 13 \cdot 70 \text{ W} = 1.638 \text{ VA}$$

$$I = \frac{1638}{\sqrt{3} \cdot 420 \cdot 0,9} = 2,50 \text{ A} < 66 \text{ A}$$

$$\text{Saturación} = \frac{2,50}{66} \cdot 100 = 3,79 \%$$

Se verifica que tanto la intensidad máxima que circula por el conductor y la caída de tensión cumplen las condiciones expuestas anteriormente.

Tramo	S acum (VA)	P acum (W)	Intensidad (A)	Longitud (m)	c.d.t (V)	Tensión (V)	c.d.t total (%)
<b>CM2-60</b>	1638	1474,2	2,50	25	0,27	399,73	0,07
<b>60-59</b>	1512	1360,8	2,31	20	0,20	399,53	0,12
<b>59-58</b>	1386	1247,4	2,12	20	0,18	399,35	0,17
<b>58-57</b>	1260	1134	1,92	20	0,17	399,18	0,21
<b>57-56</b>	1134	1020,6	1,73	20	0,15	399,03	0,25
<b>56-55</b>	1008	907,2	1,54	20	0,13	398,90	0,28

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

<b>55-54</b>	882	793,8	1,35	20	0,12	398,78	0,31
<b>54-53</b>	756	680,4	1,15	20	0,10	398,68	0,34
<b>53-52</b>	630	567	0,96	20	0,08	398,60	0,36
<b>52-51</b>	504	453,6	0,77	26,5	0,09	398,51	<b>0,38</b>
<b>52-50</b>	378	340,2	0,58	63,5	0,16	398,45	<b>0,42</b>
<b>52-49</b>	252	226,8	0,38	82,5	0,14	398,31	<b>0,46</b>
<b>52-48</b>	126	113,4	0,19	98	0,08	398,23	<b>0,48</b>

La máxima saturación del conductor es del 3,79 % y ninguna caída de tensión de cada final de línea supera el 3 %, por lo que para el conductor de cobre de 6 mm<sup>2</sup> se cumplen los criterios de diseño.

### 5.2 CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA

El valor máximo que podrá tener la resistencia a tierra para que la tensión de defecto de cualquier masa metálica con tierra sea menor de 24 V según la ITC-BT-18:

$$R < \frac{24}{I_S}$$

Donde,

$I_S$  = sensibilidad de la protección utilizada, que en este caso será 0,3 A.

$$R < \frac{24}{0,3} = 80 \Omega$$

Para la puesta a tierra se considera una pica de 2 metros de longitud y la resistividad del terreno se estima en 150  $\Omega \cdot m$  según lo indicado en la tabla 3 de la ITC-BT-18.

$$R = \frac{\rho}{L}$$

Donde:

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

$R$  = Resistencia de Tierra ( $\Omega$ ).

$\rho$  = Resistividad del terreno ( $\Omega \cdot m$ ).

$L$  = Longitud de la pica (m).

$$R = \frac{150}{2} = 75 \Omega$$

El valor de la resistencia total de puesta a tierra, calculándose como la suma de resistencias de puesta a tierra en paralelo, es muy inferior a los 80  $\Omega$ . Por tanto se puede asegurar que no aparecerán tensiones mayores de 24 V.

$$R_{total} = \frac{1}{\frac{1}{75} + \frac{1}{75} + \dots + \frac{1}{75}} \approx 2 \Omega$$

Por lo tanto la máxima tensión aproximada que aparecerá será de:

$$V_{m\acute{a}x} = 0,3 \cdot 2 = 0,6 V$$

### 5.3 CÁLCULOS LUMÍNICOS

Para el cálculo de la iluminación de los viales se seguirán los criterios expuestos en el Capítulo 10 de la Memoria y se aplicarán conforme a lo indicado en la GUÍA-EA ANEXO I (Ejemplos de aplicación del Reglamento de Eficiencia Energética en Alumbrado Exterior).

Se empleara el programa de cálculo de iluminación DIALux evo para la simplificación de los cálculos.

#### 5.3.1 TIPO DE LUMINARIA

La luminaria seleccionada es similar al **modelo SGP352** versión cerrada con cierre de vidrio lenticular, con posibilidad de potencia máxima de 70 W.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

Se decide la selección de esta luminaria ya que está pensada para zonas industriales, vías secundarias, áreas residenciales o vías principales. Además de por su facilidad de instalación y el mantenimiento de la tecnología Iridium<sup>2</sup>, las cuales garantizan un bajo coste de propiedad para los clientes.

### 5.3.2 LÁMPARA

La lámpara seleccionada es de vapor de sodio a alta presión y una potencia de 70W. El modelo elegido es similar al **SON-TPP 70W EB**.

Se ha elegido una lámpara de vapor de sodio a alta presión ya que son de las más usadas en alumbrado público debido a su elevado rendimiento luminoso además de tener un tiempo de vida elevado.

### 5.3.3 MÁSTIL

El mástil es el encargado de sostener la luminaria. La configuración del mástil a partir de la cual se han realizado los cálculos para todos los viales, con motivo de unificar criterios y hacer tanto la instalación como el diseño más sencillo, es la siguiente.

Donde:

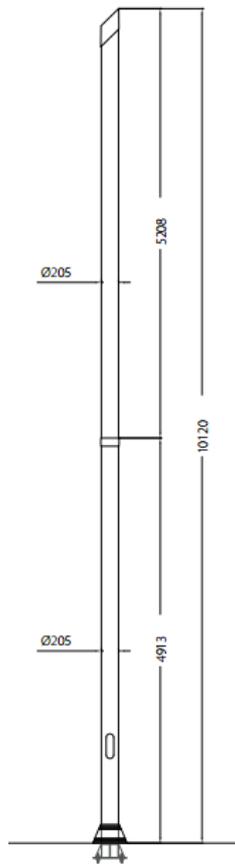
altura: 10,12 m.

Ø inferior: 205 mm.

Ø superior: 205 mm.

**TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T**  
**AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA**

---



*Figura 24: Mástil*

### 5.3.4 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

Debido a la diferente geometría de cada uno de los viales a iluminar, será necesario realizar un modelo individual para cada uno de ellos.

Los pasos a seguir en DIALux serán:

- Definir la geometría de la vía.
- Indicar los niveles de iluminación mínimos exigidos conforme a la ITCEA-02. Es decir nivel ME4b en la calzada y CE5 en las aceras.
- Definir las luminarias, lámparas y geometría de los mástiles conforme a lo anteriormente indicado.
- Definir la posición de las luminarias (tresbolillo, unilateral o bilateral).
- Realizar el cálculo y verificar que se cumplen los mínimos de iluminación distinguiendo entre calzada y acera tal y como se indica en la Guía

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

Técnica de Aplicación: Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior.

- Cálculo de la eficiencia energética y comprobar que cumple conforme lo indicado en la tabla 1 de la ITC-EA-01.

### 5.3.5 NIVEL DE ILUMINACIÓN

Se reflejan a continuación los resultados obtenidos mediante DIALux evo en cada uno de los viales, verificándose que se cumple el nivel ME4b en calzada y CE5 en aceras.

Además se recogen los gráficos obtenidos en cuanto a intensidad lumínica horizontal y luminancia en calzada seca.

Para los cálculos se toma un factor de mantenimiento ( $f_m$ ) de 0,67. El factor de mantenimiento se ha calculado siguiendo lo indicado en la GUÍA-EA-06 con la siguiente expresión:

$$f_m = FDFL \cdot FSL \cdot FDLU = 0,67$$

Donde:

$FDFL$  = Factor de depreciación del flujo luminoso de la lámpara.

$FSL$  = Factor de supervivencia de la lámpara.

$FDLU$  = Factor de depreciación de la luminaria.

#### **Calle A**

Las dimensiones de este vial son:

- 15 metros de ancho
- Dos carriles de estacionamiento de 4 metros cada uno.

Según los cálculos realizados:

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

Las luminarias se colocarán a tresbolillo a una distancia entre mástiles de 20 metros en la misma acera y 10 metros con la luminaria de la acera contraria.

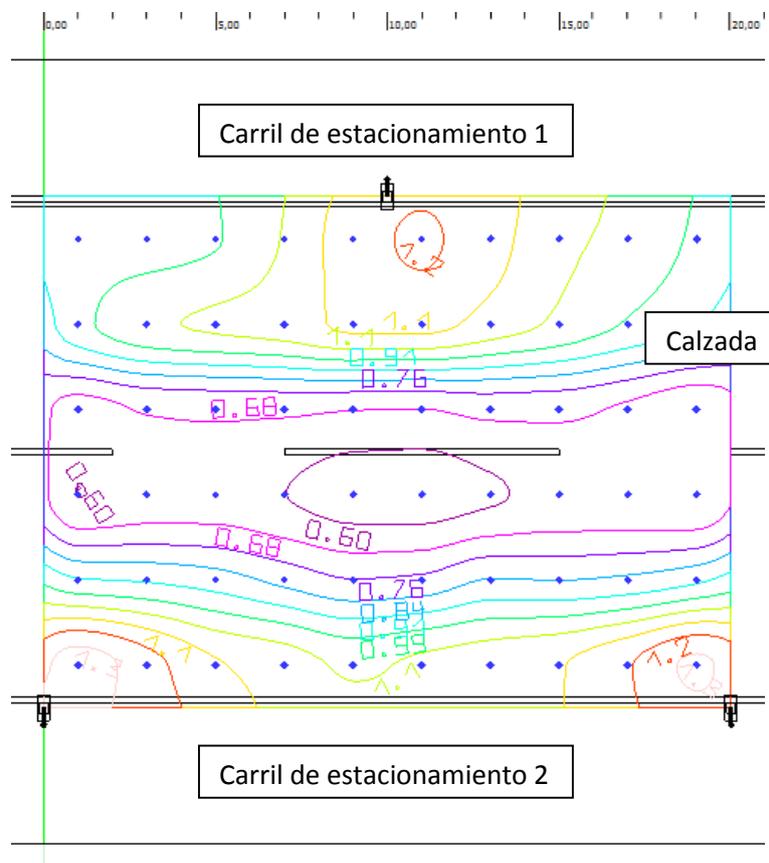
Comprobaciones:

- Calzada:

	$L_m (cd/m^2)$	U0	UI	TI (%)	EIR
Valor real calculado	0,91	0,62	0,82	3	0,73
Valor nominal calculado	$\geq 0,75$	$\geq 0,40$	$\geq 0,60$	$\leq 15$	$\geq 0,30$
OK/ NO OK	OK	OK	OK	OK	OK

Figura 24: Resultados lumínicos calle A.

A continuación se muestra gráfico de luminancia sobre la calzada.



Se verifica que se cumplen los niveles exigidos para clase de alumbrado ME4b:

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

### Calle B

La geometría del vial B es una calzada de 6 metros y un camino peatonal de 2,5 metros.

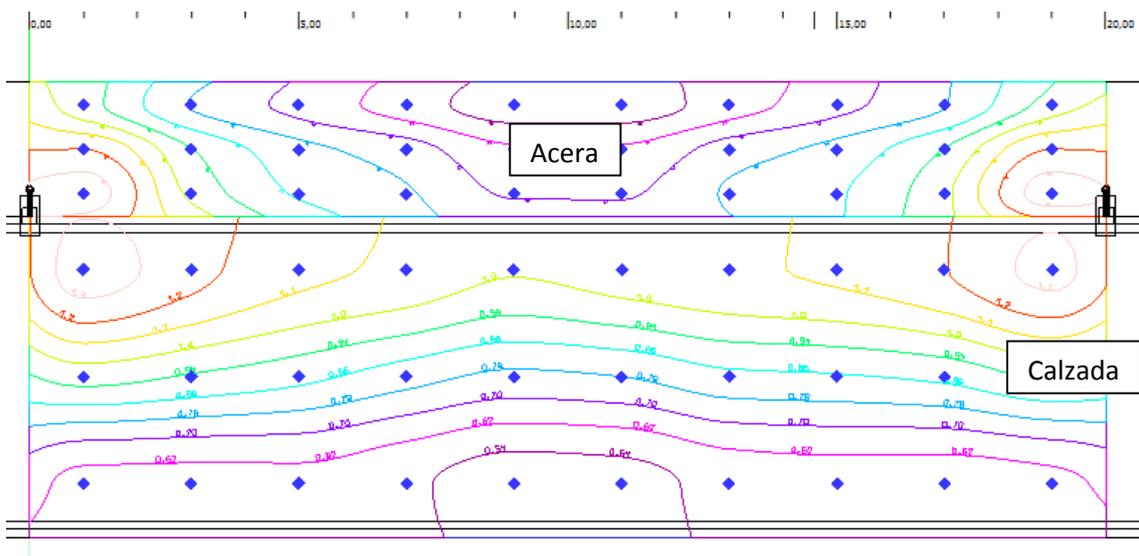
Las luminarias se colocaran de forma unilateral sobre el camino peatonal con una distancia entre mástiles de 20 metros.

- Calzada:

	$L_m (cd/m^2)$	U0	UI	TI (%)	EIR
Valor real calculado	0,86	0,59	0,78	4	0,37
Valor nominal calculado	$\geq 0,75$	$\geq 0,40$	$\geq 0,60$	$\leq 15$	$\geq 0,30$
OK/ NO OK	OK	OK	OK	OK	OK

Figura 24: Resultados lumínicos calle B.

A continuación se muestra gráfico de luminancia sobre la calzada.



Se verifica que se cumplen los niveles exigidos para clase de alumbrado ME4b:

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

- Camino peatonal 1

	$E_m(lx)$	U0
Valor real calculado	13,65	0,74
Valor nominal calculado	$\geq 7,5$	$\geq 0,40$
OK/ NO OK	OK	OK

Figura 26: Resultados lumínicos camino peatonal calle B..

Se verifica que se cumplen las exigencias para tipos de alumbrado CE5.

### Calle C

La geometría del vial B es una calzada de 6 metros y una zona verde alrededor de ella.

Las luminarias se colocaran de forma unilateral sobre la zona verde con una distancia entre mástiles de 20 metros.

- Calzada:

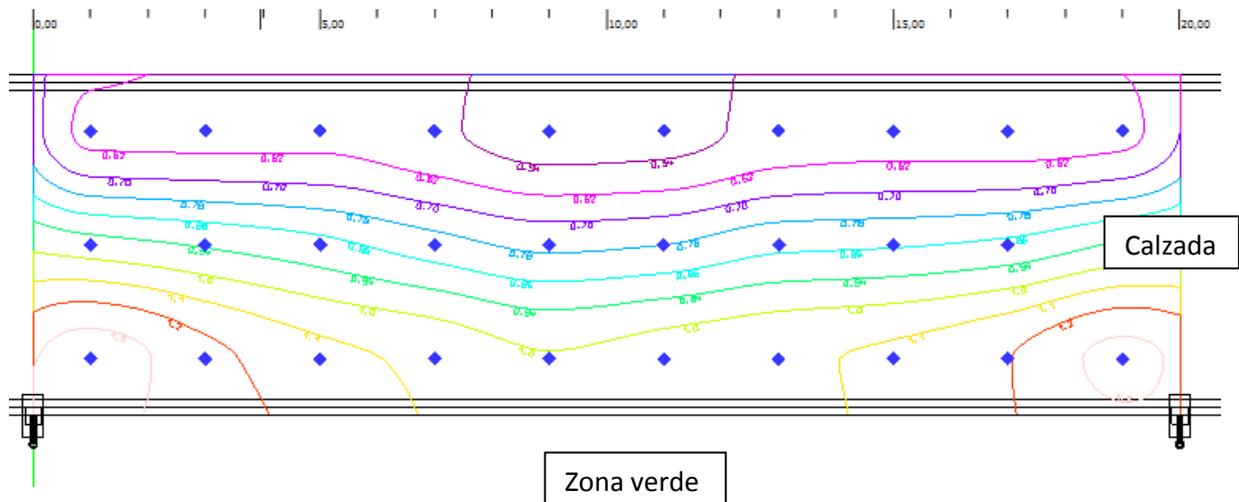
	$L_m(cd/m^2)$	U0	UI	TI (%)	EIR
Valor real calculado	0,86	0,59	0,78	4	0,37
Valor nominal calculado	$\geq 0,75$	$\geq 0,40$	$\geq 0,60$	$\leq 15$	$\geq 0,30$
OK/ NO OK	OK	OK	OK	OK	OK

Figura 27: Resultados lumínicos calle C.

A continuación se muestra gráfico de luminancia sobre la calzada.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA



Se verifica que se cumplen los niveles exigidos para clase de alumbrado ME4b:

### Parque infantil

El parque infantil, tiene unas dimensiones de 20x30 metros más una pequeña plazoleta de 16 metros de diámetro.

### 5.3.6 CÁLCULO DEL VALOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA E ÍNDICE DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Se calcula la eficiencia energética de la instalación de alumbrado de cada uno de los viales con motivo de verificar que cumple los mínimos exigidos en ITC-EA-01 y reflejados en la siguiente tabla.

Iluminancia media en servicio $E_m(\text{lux})$	EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA $\left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}}\right)$
$\geq 30$	22
25	20
20	17,5
15	15
10	12
$\leq 7,5$	9,5

Figura 28: Requisitos mínimos de eficiencia energética.

## TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

### AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

La eficiencia energética de una instalación viene dada por:

$$\varepsilon = \frac{S \cdot E_m}{P}$$

Donde:

$P$  = potencia energética de las luminarias en la zona de cálculo en W.

$S$  = superficie de la zona de cálculo en m<sup>2</sup>.

$E_m$  = iluminancia media en servicio de la instalación en lux.

Se calcula el índice de eficiencia energética junto con el índice de calificación energética con el fin de poder clasificar energéticamente la instalación tal y como se indica en ITC-EA-01.

El índice de eficiencia energética viene dado por:

$$I_\varepsilon = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_R}$$

Donde:

$\varepsilon$  = eficiencia energética.

$\varepsilon_R$  = eficiencia energética de referencia.

La eficiencia energética de referencia viene dada por la tabla 3 de la ITC-EA 01.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

Alumbrado vial funcional		Alumbrado vial ambiental y otras instalaciones de alumbrado	
Iluminancia media en servicio proyectada $E_m$ (lux)	Eficiencia energética de referencia $\epsilon_R$ $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$	Iluminancia media en servicio proyectada $E_m$ (lux)	Eficiencia energética de referencia $\epsilon_R$ $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$
$\geq 30$	32	--	--
25	29	--	--
20	26	$\geq 20$	13
15	23	15	11
10	18	10	9
$\leq 7,5$	14	7,5	7
--	--	$\leq 5$	5

Nota - Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal

Figura 29: Valores de eficiencia energética de referencia.

El índice de calificación energética se calcula según la siguiente expresión:

$$ICE = \frac{1}{I_\epsilon}$$

Comparando el valor ICE con la tabla 4 de la ITC-EA-01 se le atribuye a la instalación la letra de calificación energética.

Calificación Energética	Índice de consumo energético	Índice de Eficiencia Energética
A	$ICE < 0,91$	$I_\epsilon > 1,1$
B	$0,91 \leq ICE < 1,09$	$1,1 \geq I_\epsilon > 0,92$
C	$1,09 \leq ICE < 1,35$	$0,92 \geq I_\epsilon > 0,74$
D	$1,35 \leq ICE < 1,79$	$0,74 \geq I_\epsilon > 0,56$
E	$1,79 \leq ICE < 2,63$	$0,56 \geq I_\epsilon > 0,38$
F	$2,63 \leq ICE < 5,00$	$0,38 \geq I_\epsilon > 0,20$
G	$ICE \geq 5,00$	$I_\epsilon \leq 0,20$

Figura 30: Calificación energética de una instalación de alumbrado.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

A continuación se exponen los cálculos realizados, con los que se verifica que se cumplen las exigencias anteriormente indicadas y cuál es la calificación energética de cada vial.

### **Calle A**

Como las luminarias están a tresbolillo, la potencia será 2P.

$$\varepsilon = \frac{S \cdot E_m}{P} = \frac{250 \cdot 23 \cdot 15}{2 \cdot 70} = 616 > 15$$

$$I_\varepsilon = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_R} = \frac{616}{23} = 26,78$$

$$ICE = \frac{1}{I_\varepsilon} = \frac{1}{26,78} = 0,04$$

Calificación energética: A

### **Calle B**

Como las luminarias están en un único lateral, la potencia será P.

$$\varepsilon = \frac{S \cdot E_m}{P} = \frac{250 \cdot 6 \cdot 15}{70} = 321,4 > 15$$

$$I_\varepsilon = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_R} = \frac{321,4}{23} = 13,97$$

$$ICE = \frac{1}{I_\varepsilon} = \frac{1}{13,97} = 0,07$$

Calificación energética: A

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

### Calle C

Como las luminarias están en un único lateral, la potencia será P.

$$\varepsilon = \frac{S \cdot E_m}{P} = \frac{160 \cdot 6 \cdot 15}{70} = 205,7 > 15$$

$$I_\varepsilon = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_R} = \frac{205,7}{23} = 8,94$$

$$ICE = \frac{1}{I_\varepsilon} = \frac{1}{8,94} = 0,11$$

Calificación energética: A

.

### Totalidad del alumbrado

Se realiza la calificación energética de la **totalidad de la instalación** según criterio indicado en GTA: Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior para calificar una instalación de alumbrado constituida por diferentes secciones de viales.

$$I_\varepsilon = \frac{\sum(I_{\varepsilon i} \cdot S_i)}{\sum S_i}$$

Donde:

$I_{\varepsilon i}$  = Índice de eficiencia energética de la instalación de AE en una calle i.

$S_i$  = Superficie en m<sup>2</sup>.

$$I_\varepsilon = 22,35$$

$$ICE = \frac{1}{I_\varepsilon} = \frac{1}{22,35} = 0,04$$

***Calificación energética: A***

### **5.3.7 RESUMEN**

Atendiendo a los resultados anteriormente indicados y al criterio del proyectista se efectúa el diseño de la iluminación de los viales. Puede verse en el documento Planos la disposición final de cada una de las luminarias, siendo el total de luminarias dispuestas de **60 unidades**.

Los niveles mínimos de iluminación ME4b en calzada y CE5 en aceras están asegurados según los cálculos anteriores.

Los niveles de eficiencia energética mínima se cumplen y la calificación energética de la instalación de alumbrado es de **tipo A**.

# PLANOS

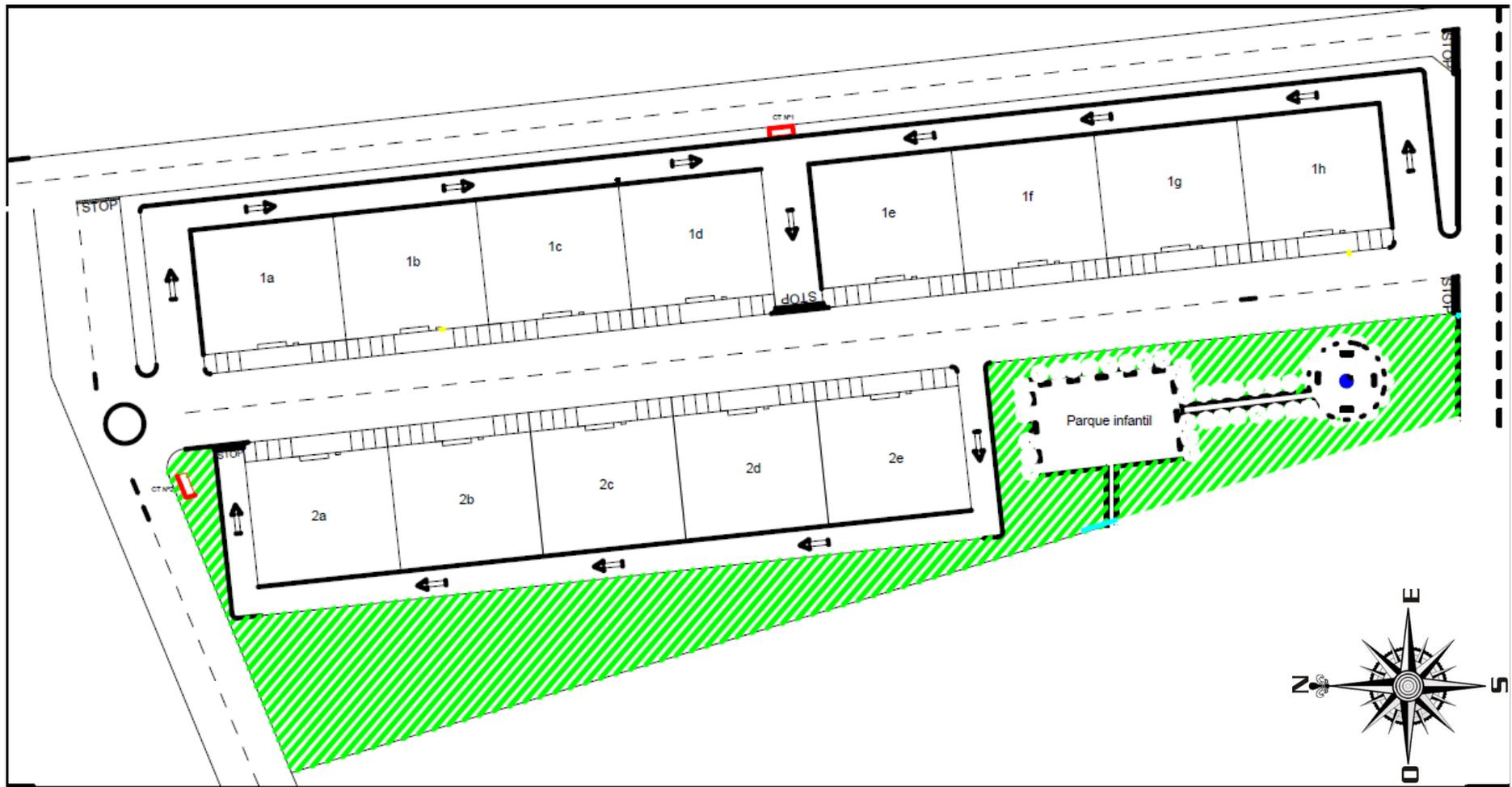


NUEVO POLIGONO

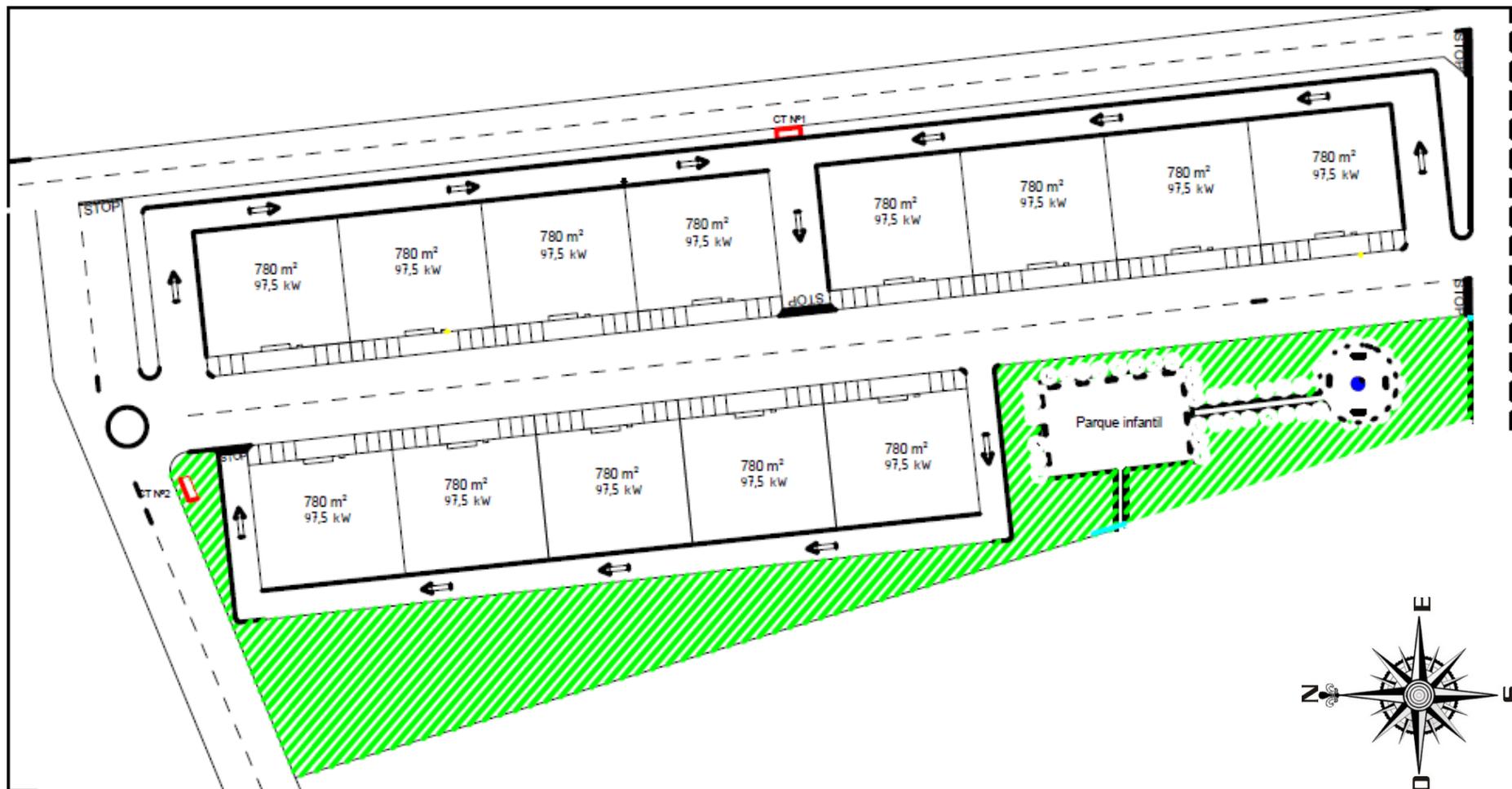
	Fecha	Nombre	Firma:	<b>ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA</b>  E.T.S. Ing. Industriales y de Telecomunicación Universidad de Cantabria
Dibujado	Junio 2017	Alejandro Cagigas Ruiz-Lazcano		
Comprobado	Junio 2017	Alfredo Madrazo Maza		
id. s. normas				
Escala:	<b>S.E</b> <b>Ubicación</b>			Lamina n. <span style="font-size: 2em; font-weight: bold;">1.1</span>
				N. Alumno:
				Curso:



	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	<b>ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA</b>  E.T.S. Ing. Industriales y de Telecomunicación Universidad de Cantabria
<i>Dibujado</i>	Junio 2017	Alejandro Cagigas Ruiz-Lazcano		
<i>Comprobado</i>	Junio 2017	Alfredo Madrazo Maza		
<i>id. s. normas</i>				
<i>Escala:</i>	<b>S.E</b> <b>Localización</b>			<i>Lamina n.</i> <b>1.2</b>
				<i>N. Alumno:</i>
				<i>Curso:</i>



	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	<b>ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA</b>  E.T.S. Ing. Industriales y de Telecomunicación Universidad de Cantabria
<i>Dibujado</i>	Junio 2017	Alejandro Cagigas Ruiz-Lazcano		
<i>Comprobado</i>	Junio 2017	Alfredo Madrazo Maza		
<i>id. s. normas</i>				
<i>Escala:</i>	<b>Distribución de parcelas</b>			<i>Lamina n.</i> <b>1.3</b>
<b>1:1250</b>				<i>N. Alumno:</i>
				<i>Curso:</i>

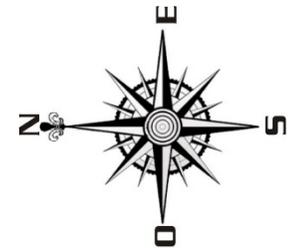
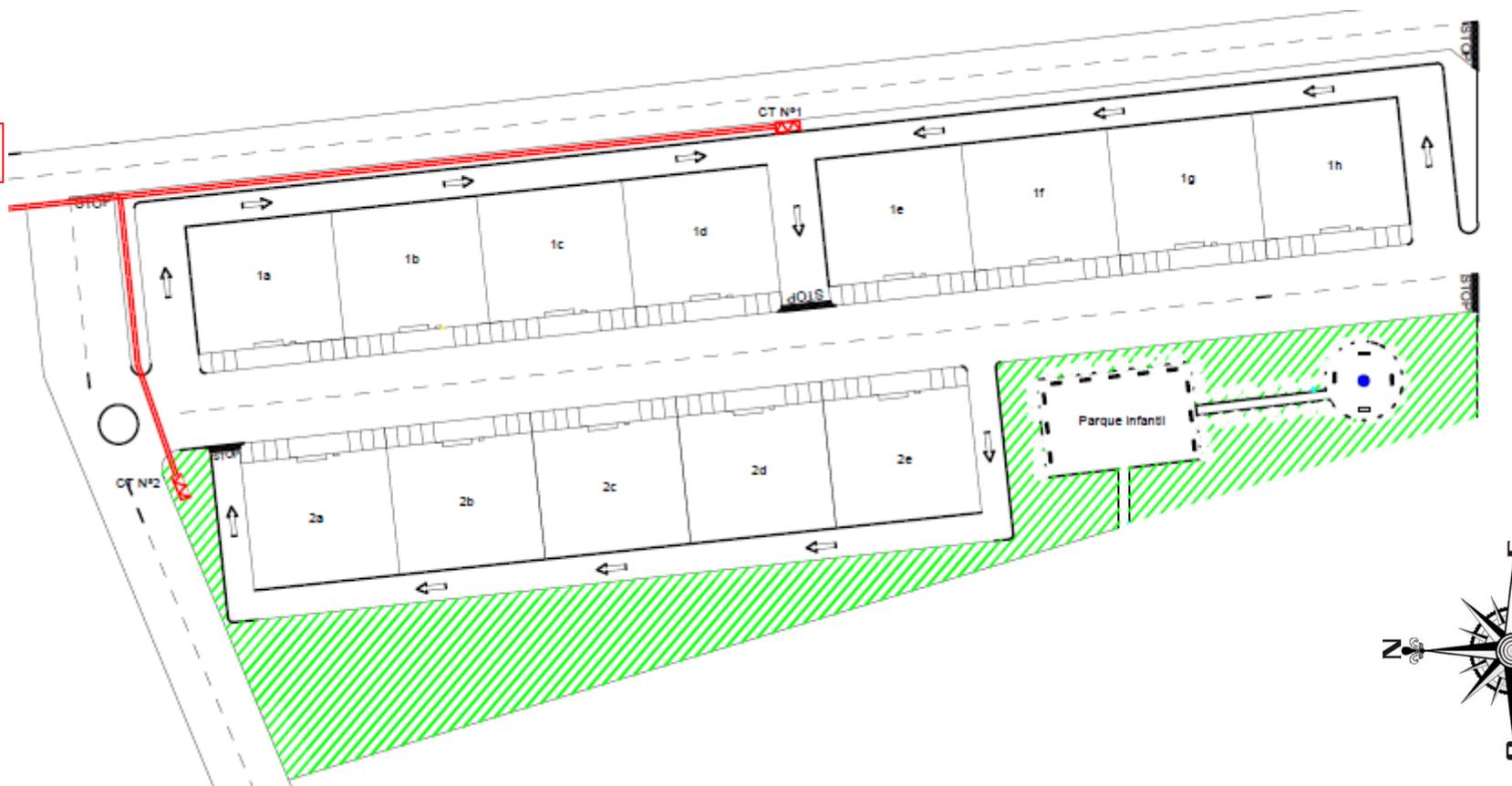


	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	<b>ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA</b>  E.T.S. Ing. Industriales y de Telecomunicación Universidad de Cantabria
<i>Dibujado</i>	Junio 2017	Alejandro Cagigas Ruiz-Lazcano		
<i>Comprobado</i>	Junio 2017	Alfredo Madraza Maza		
<i>id. s. normas</i>				
<i>Escala:</i>	<b>Superficies y potencias</b>			<i>Lamina n.</i> <b>1.4</b>
<b>1:1250</b>				<i>N. Alumno:</i>
				<i>Curso:</i>



	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	<b>ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA</b>  E.T.S. Ing. Industriales y de Telecomunicación Universidad de Cantabria
<i>Dibujado</i>	Junio 2017	Alejandro Cagigas Ruiz-Lazcano		
<i>Comprobado</i>	Junio 2017	Alfredo Madraza Maza		
<i>id. s. normas</i>				
<i>Escala:</i>	<b>Plano general red MT.</b>		<i>Lamina n.</i> <b>2.1</b>	
1:20000			<i>N. Alumno:</i>	
			<i>Curso:</i>	

460 m

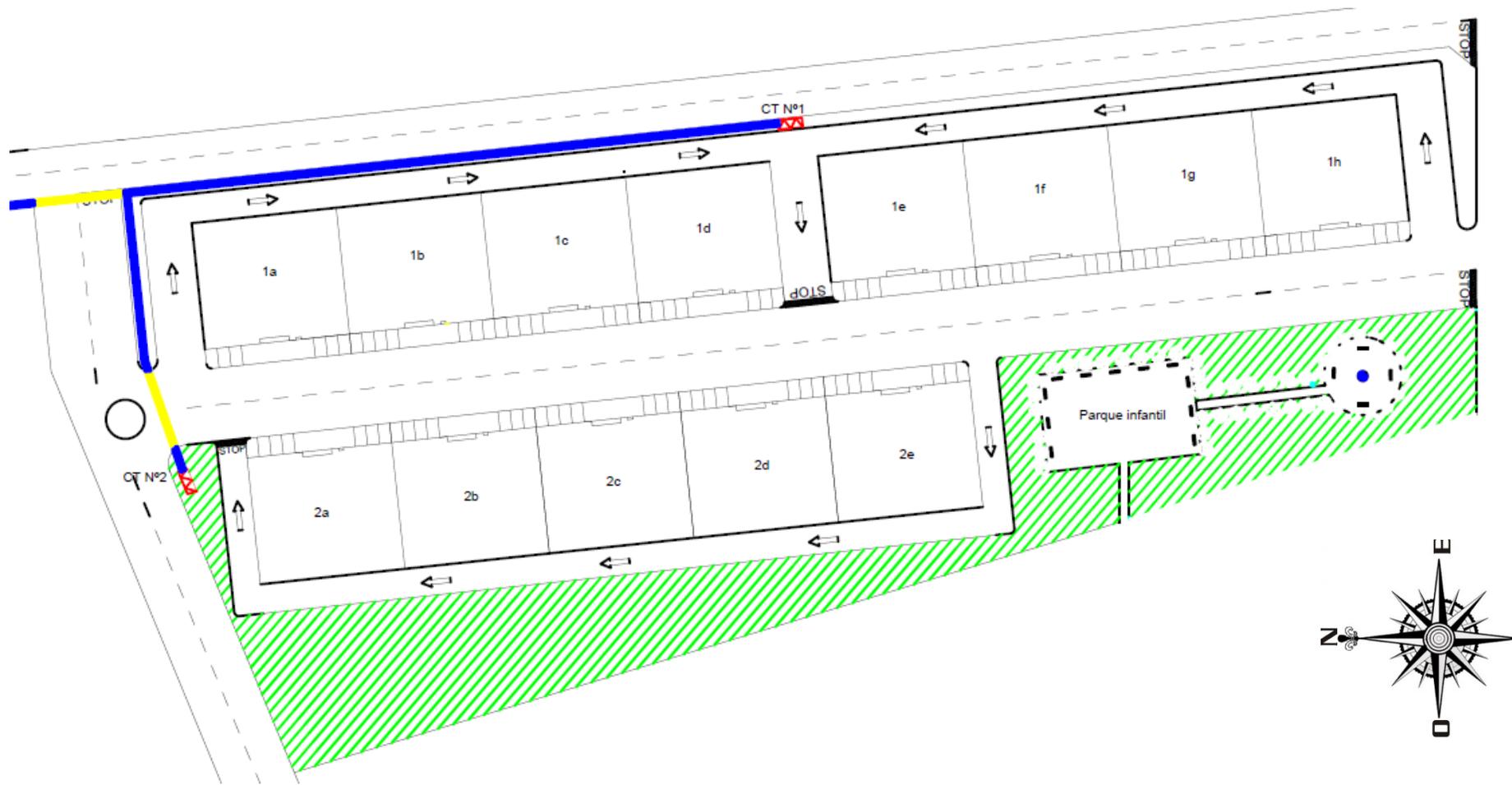


**Leyenda Anillo MT 15 kV**

Longitud de línea: 232 m + 460 m

Conductor: 3x240 mm<sup>2</sup> Al RHZ 12/20 kV

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	<b>ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA</b>  E.T.S. Ing. Industriales y de Telecomunicación Universidad de Cantabria
<i>Dibujado</i>	Junio 2017	Alejandro Cagigas Ruiz-Lazcano		
<i>Comprobado</i>	Junio 2017	Alfredo Madraza Maza		
<i>id. s. normas</i>				
<i>Escala:</i> 1:1250	<b>Plano general red MT. Ubicación CT</b>			<i>Lamina n.</i> <b>2.2</b>
				<i>N. Alumno:</i>
				<i>Curso:</i>

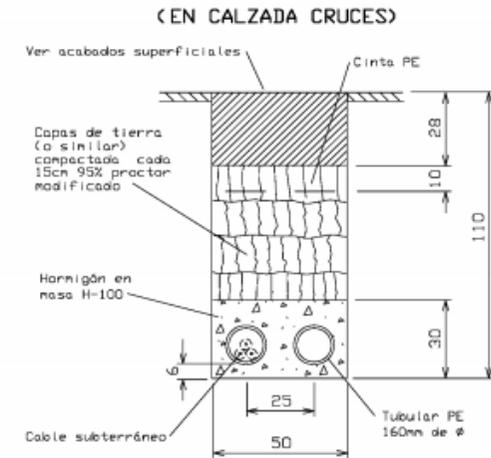
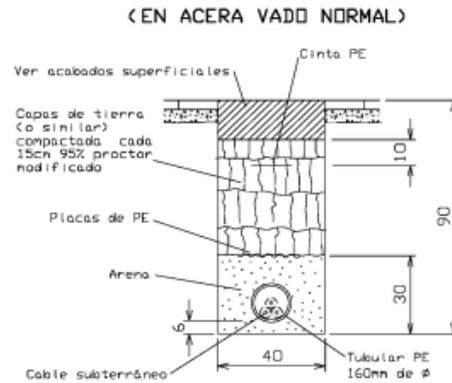
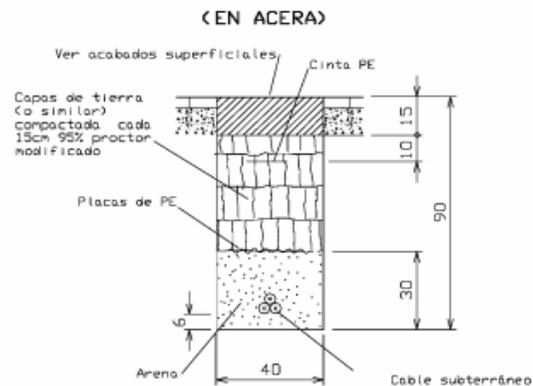


**Legenda Red de zanjas**

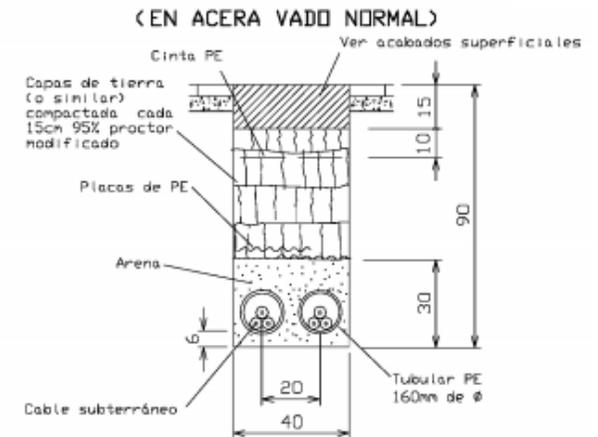
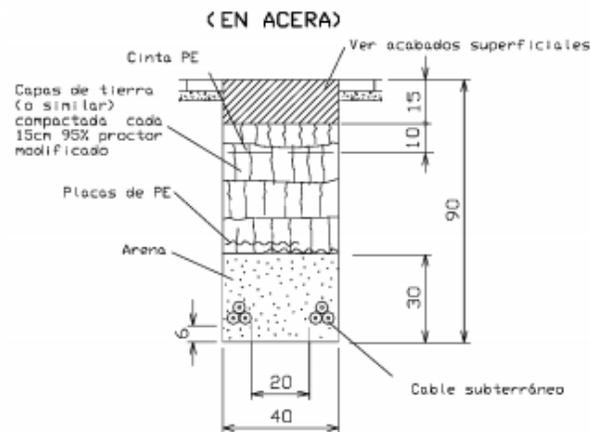
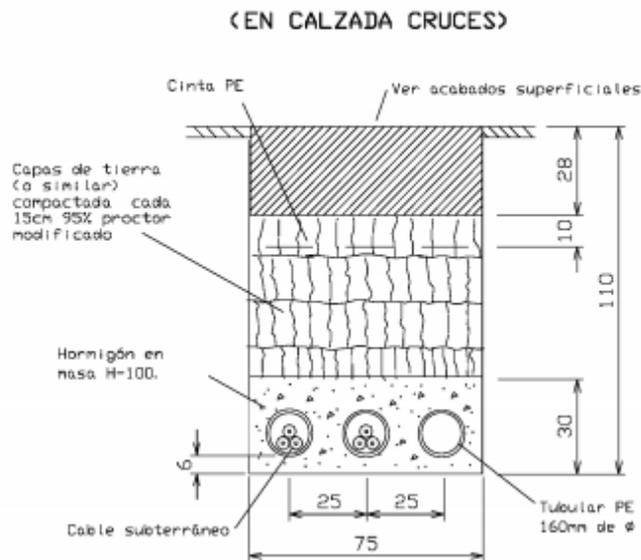
- Zanjas sobre aceras (2 circuitos)
- Zanjas sobre calzada (2 circuitos)

	Fecha	Nombre	Firma:	<b>ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA</b>  E.T.S. Ing. Industriales y de Telecomunicación Universidad de Cantabria
<i>Dibujado</i>	Junio 2017	Alejandro Cagigas Ruiz-Lazcano		<b>Lamina n. 2.3</b>
<i>Comprobado</i>	Junio 2017	Alfredo Madrazo Maza		
<i>id. s. normas</i>				
<i>Escala:</i>	<b>1:1250 Plano red de zanjas</b>			N. Alumno:
				Curso:

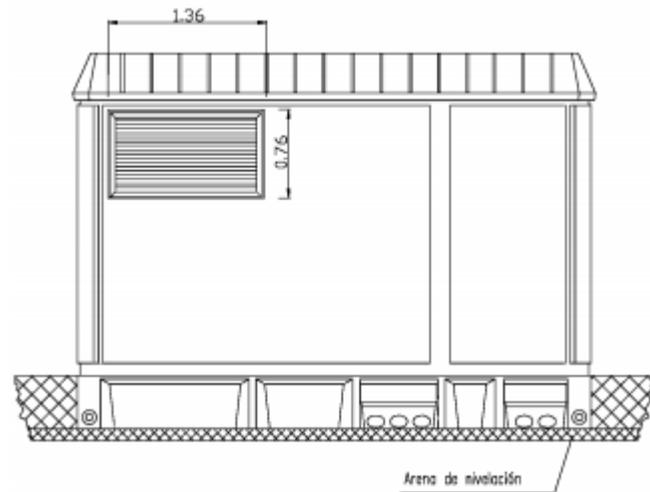
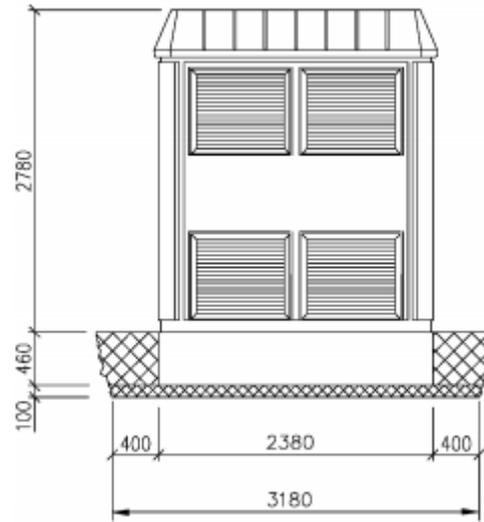
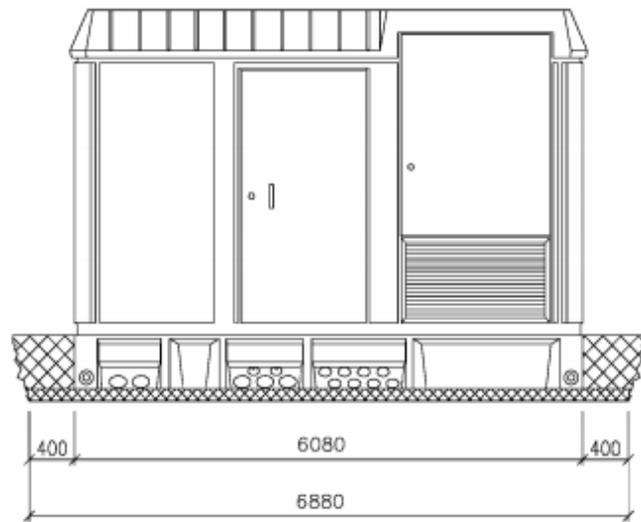
# 1 CIRCUITO



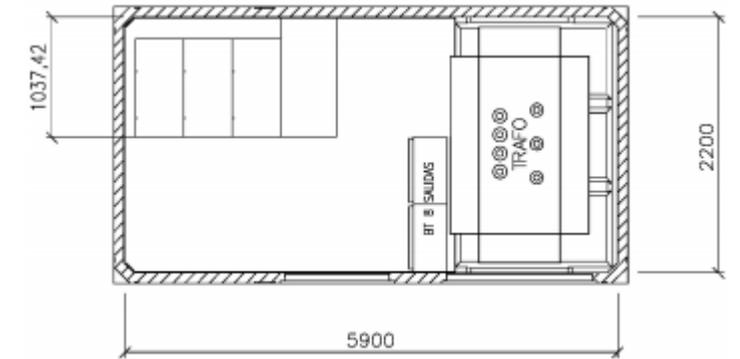
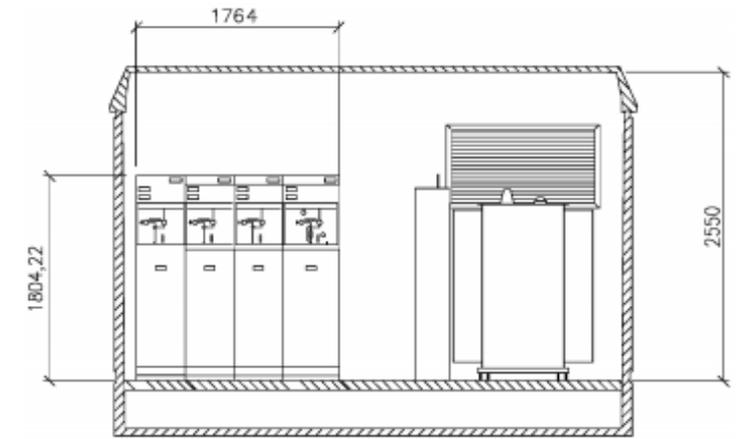
# 2 CIRCUITOS



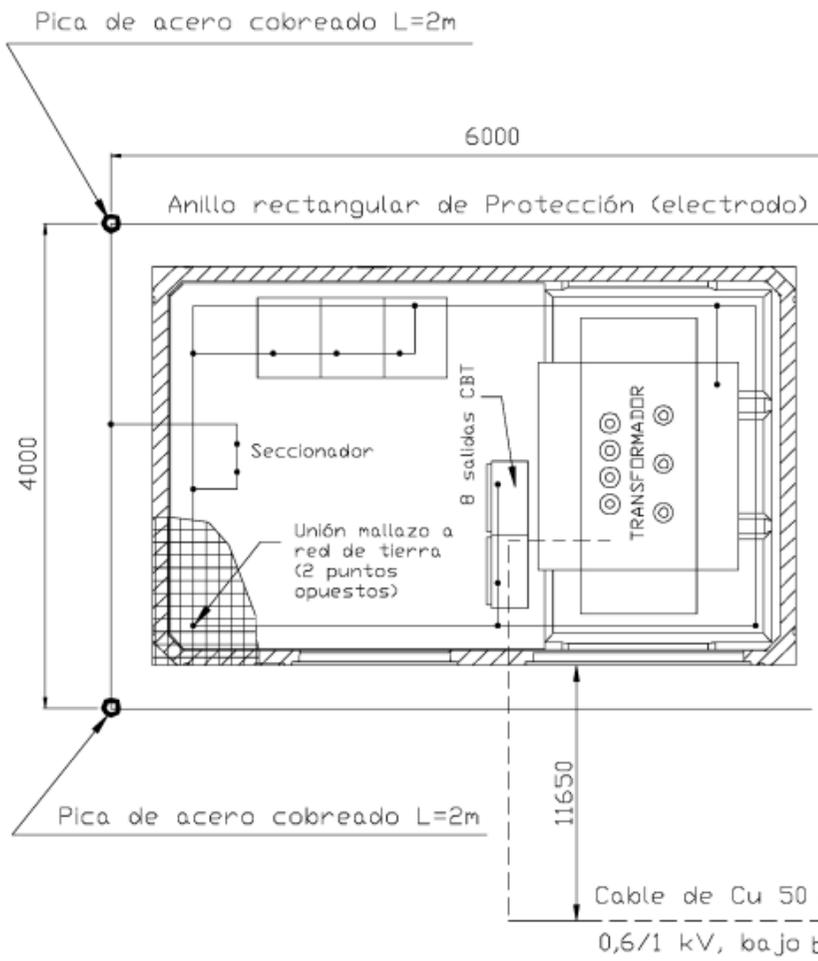
	Fecha	Nombre	Firma:	<b>ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA</b>  E.T.S. Ing. Industriales y de Telecomunicación Universidad de Cantabria
Dibujado	Junio 2017	Alejandro Cagigas Ruiz-Lazcano		
Comprobado	Junio 2017	Alfredo Madraza Maza		
id. s. normas				
Escala:  <b>S.E</b>	<b>Zanjas línea subterránea de MT</b>			Lamina n. <b>2.4</b>
				N. Alumno:
				Curso:



Dimensiones de la excavación  
6880 mm ancho x 3180 mm fondo x 560 mm profundidad



	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	<b>ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA</b>  E.T.S. Ing. Industriales y de Telecomunicación Universidad de Cantabria
<i>Dibujado</i>	Junio 2017	Alejandro Cagigas Ruiz-Lazcano		
<i>Comprobado</i>	Junio 2017	Alfredo Madrazo Maza		
<i>id. s. normas</i>				
<i>Escala:</i>	<b>Centro de transformación PFU-5</b>			<i>Lamina n.</i> <b>3.1</b>
				<i>N. Alumno:</i>
				<i>Curso:</i>



Red de tierra de protección  
 Conexión de las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que pueden estarlo por defectos de aislamiento.  
 REF. CONFIGURACIÓN SELECCIONADA: UNESA 60 - 40/5/42

Red de tierra de servicio  
 Electrodo de la re de tierra de servicio para la puesta a tierra del neutro del transformador y los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.  
 REF. CONFIGURACIÓN SELECCIONADA: UNESA 5/42

Cable desnudo Cu 50 mm<sup>2</sup>

Cable de Cu 50 mm<sup>2</sup> aislado de 0,6/1 kV, bajo bajo tubo de plástico



Leyenda Red de Tierra	
-----	Red de Tierra de servicio
————	Red de Tierra de protección
o	Picas de acero cobreado $\phi=17$ mm

	Fecha	Nombre	Firma:
Dibujado	Junio 2017	Alejandro Cagigas Ruiz-Lazcano	
Comprobado	Junio 2017	Alfredo Madrazo Maza	
id. s. normas			

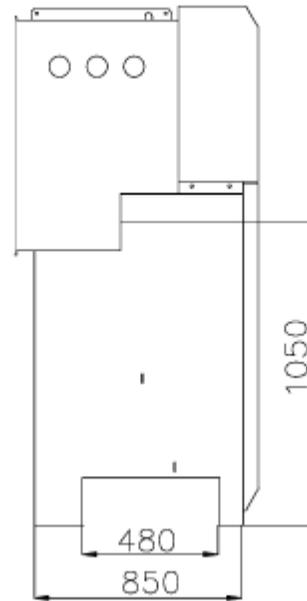
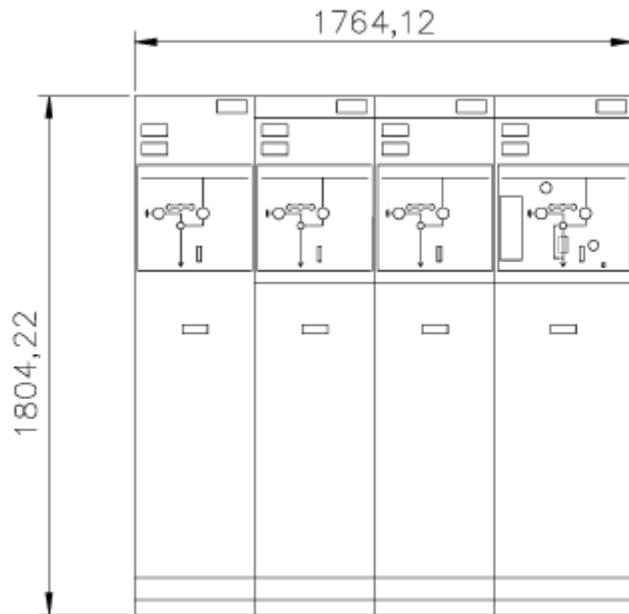
**ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA**  
 E.T.S. Ing. Industriales y de Telecomunicación  
 Universidad de Cantabria

Escala:  
**S.E**

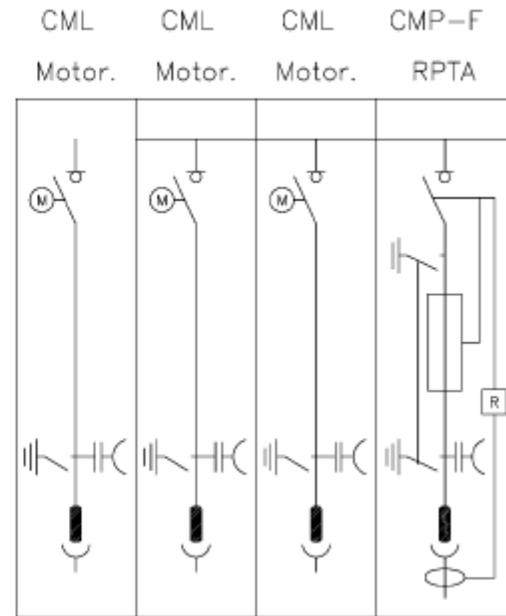
**Detalle puesta a tierra**

Lamina n. **3.2**

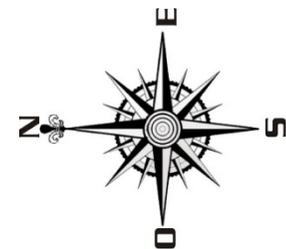
N. Alumno:  
 Curso:



ESQUEMA ELÉCTRICO



	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	<b>ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA</b>  E.T.S. Ing. Industriales y de Telecomunicación Universidad de Cantabria		
<i>Dibujado</i>	Junio 2017	Alejandro Cagigas Ruiz-Lazcano				
<i>Comprobado</i>	Junio 2017	Alfredo Madrazo Maza				
<i>id. s. normas</i>						
<i>Escala:</i>	<b>S.E</b> <b>Celdas modulares PFU-5</b>			<i>Lamina n.</i> <b>3.3</b>		
				<i>N. Alumno:</i>		
				<i>Curso:</i>		

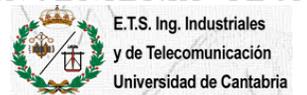


**Leyenda Red de BT**

 3x240 + 1x150 mm<sup>2</sup> Al RV 0,6/1 kV

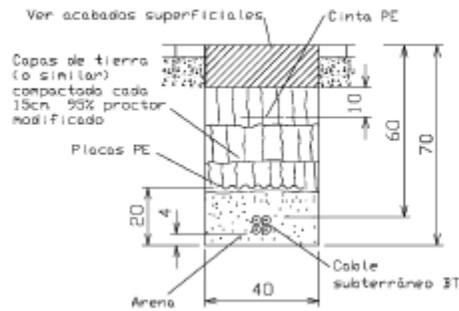
Conductor: 416 m

 Caja General de Protección

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	<b>ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA</b>  E.T.S. Ing. Industriales y de Telecomunicación Universidad de Cantabria
<i>Dibujado</i>	Junio 2017	Alejandro Cagigas Ruiz-Lazcano		
<i>Comprobado</i>	Junio 2017	Alfredo Madraza Maza		
<i>id. s. normas</i>				
<i>Escala:</i>	<b>Plano general red BT.</b> <b>Ubicación CT</b>			<i>Lamina n.</i> <b>4.1</b>
				<i>N. Alumno:</i>
				<i>Curso:</i>

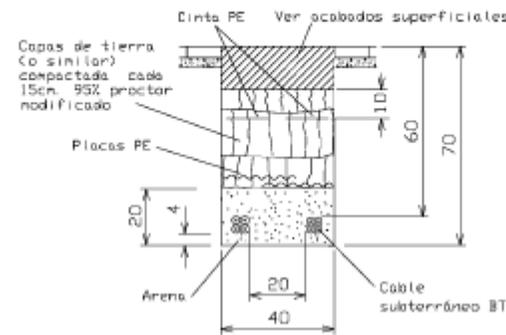
# 1 CIRCUITO EN ACERA

(EN ACERA)



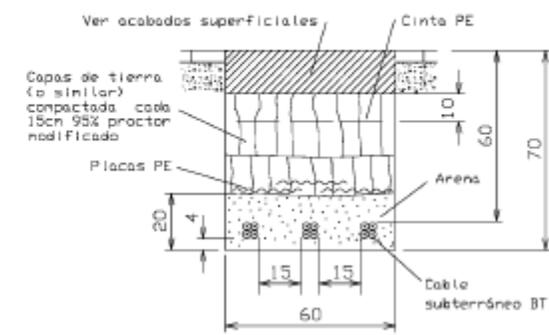
# 2 CIRCUITOS EN ACERA

(EN ACERA)

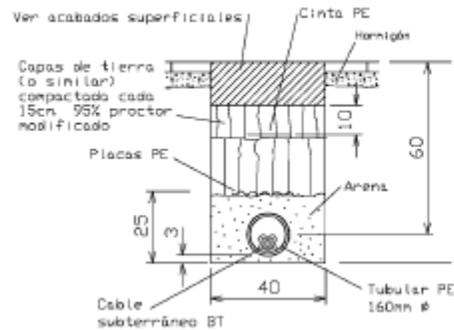


# 3 CIRCUITOS EN ACERA

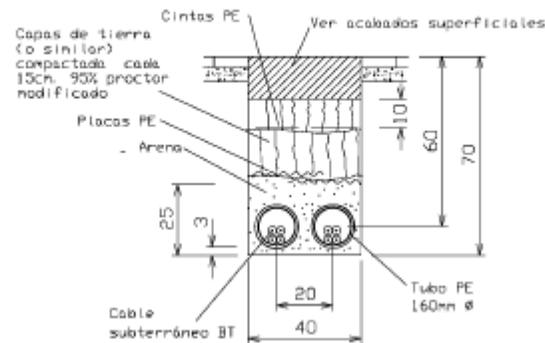
(EN ACERA)



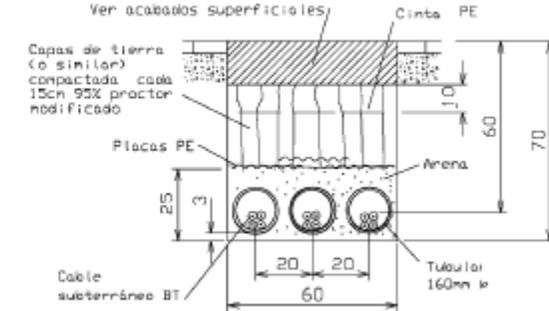
(EN ACERA TUBO SECO)



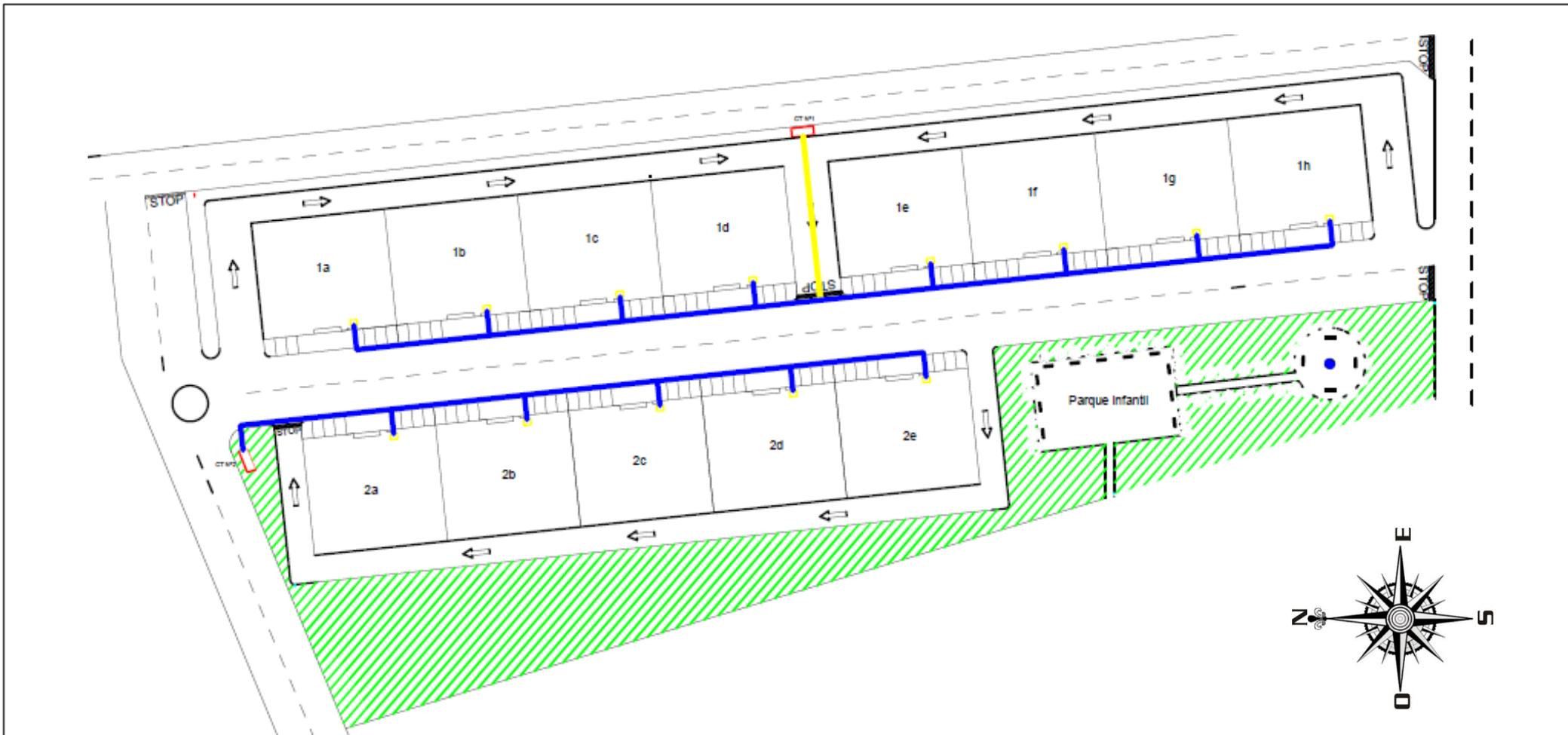
(EN ACERA TUBO SECO)



(EN ACERA TUBO SECO)



	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	<b>ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA</b>  E.T.S. Ing. Industriales y de Telecomunicación Universidad de Cantabria
<i>Dibujado</i>	Junio 2017	Alejandro Cagigas Ruiz-Lazcano		
<i>Comprobado</i>	Junio 2017	Alfredo Madraza Maza		
<i>id. s. normas</i>				
<i>Escala:</i>	<b>S.E</b> <i>Detalle zanjas de BT</i>			<i>Lamina n.</i> <b>4.2</b>
				<i>N. Alumno:</i>
				<i>Curso:</i>

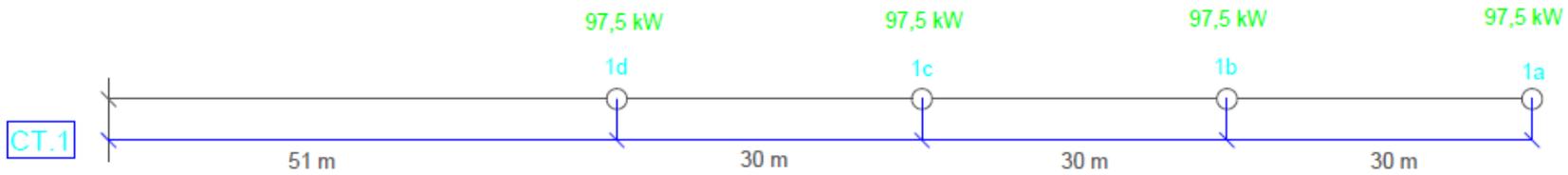


**Legenda Red de zanjas**

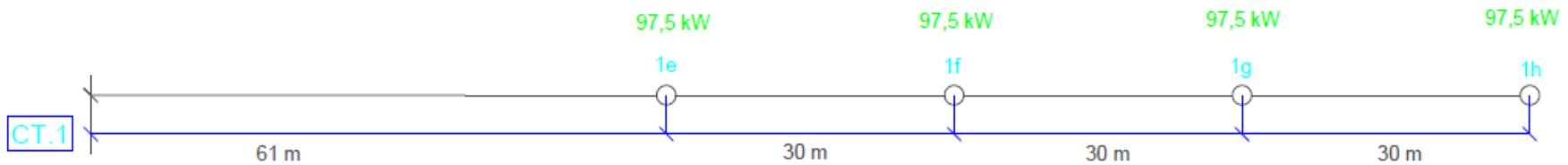
- Zanjas sobre aceras (1 circuitos)
- Zanjas sobre calzada (1 circuitos)
- Caja General de Protección

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	<b>ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA</b>
<i>Dibujado</i>	Junio 2017	Alejandro Cagigas Ruiz-Lazcano		 E.T.S. Ing. Industriales y de Telecomunicación Universidad de Cantabria
<i>Comprobado</i>	Junio 2017	Alfredo Madrazo Maza		
<i>id. s. normas</i>				
<i>Escala:</i>	<b>1:60</b>			<i>Lamina n.</i> <b>4.3</b>
<b>Plano red de zanjas</b>				<i>N. Alumno:</i>
				<i>Curso:</i>

# CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº1



Línea 1: Línea subterránea  
3x1x240 + 1x150 mm<sup>2</sup> Al (0,6/1 kV)



Línea 2: Línea subterránea  
3x1x240 + 1x150 mm<sup>2</sup> Al (0,6/1 kV)

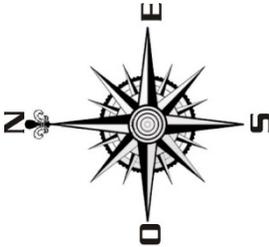
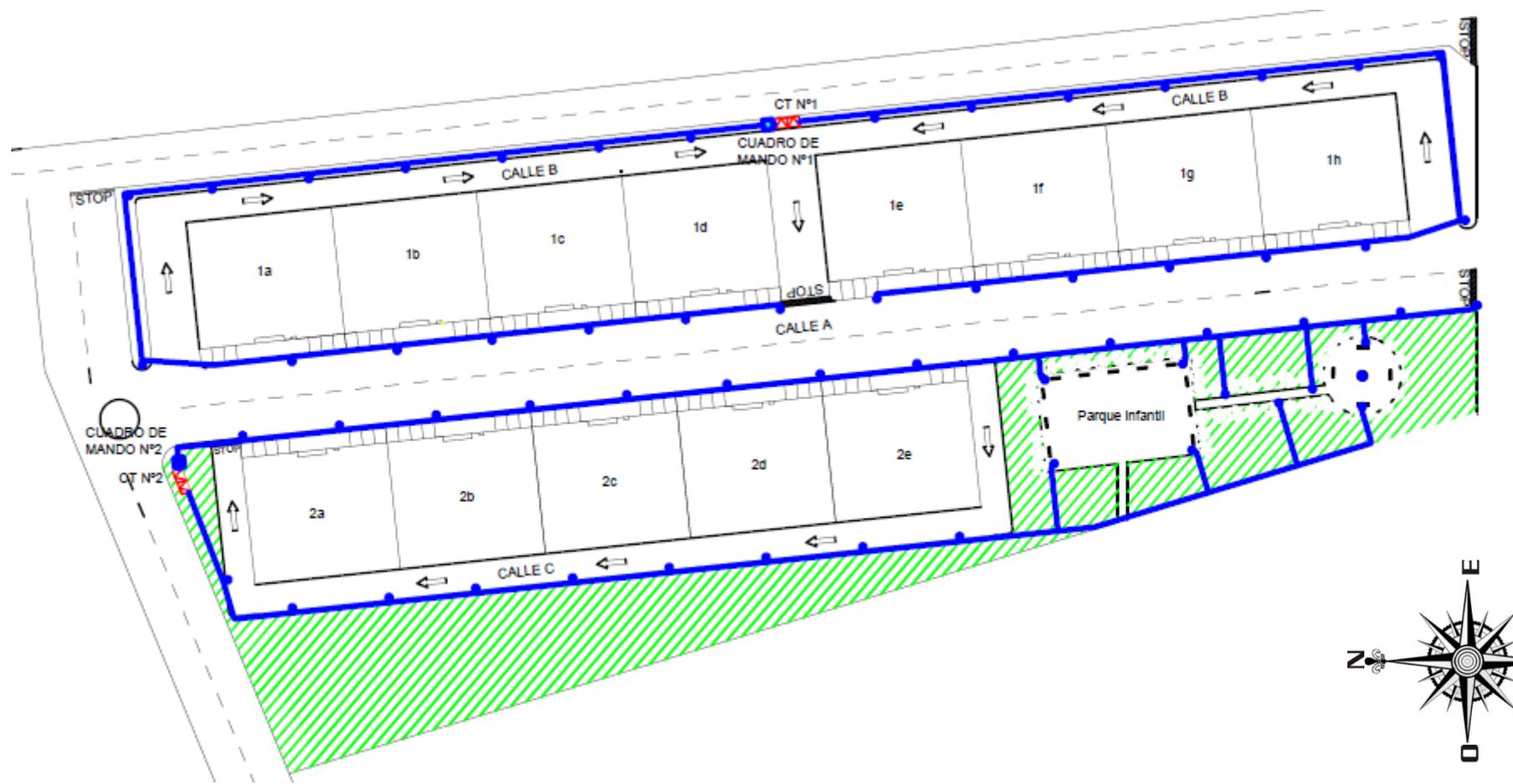
	Fecha	Nombre	Firma:	<b>ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA</b>  E.T.S. Ing. Industriales y de Telecomunicación Universidad de Cantabria		
<i>Dibujado</i>	Junio 2017	Alejandro Cagigas Ruiz-Lazcano				
<i>Comprobado</i>	Junio 2017	Alfredo Madrazo Maza				
<i>id. s. normas</i>						
<i>Escala:</i>	<b>S.E</b> <b>Esquema unifilar CT1</b>			<i>Lamina n.</i> <b>4.4</b>		
				<i>N. Alumno:</i>		
				<i>Curso:</i>		

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2



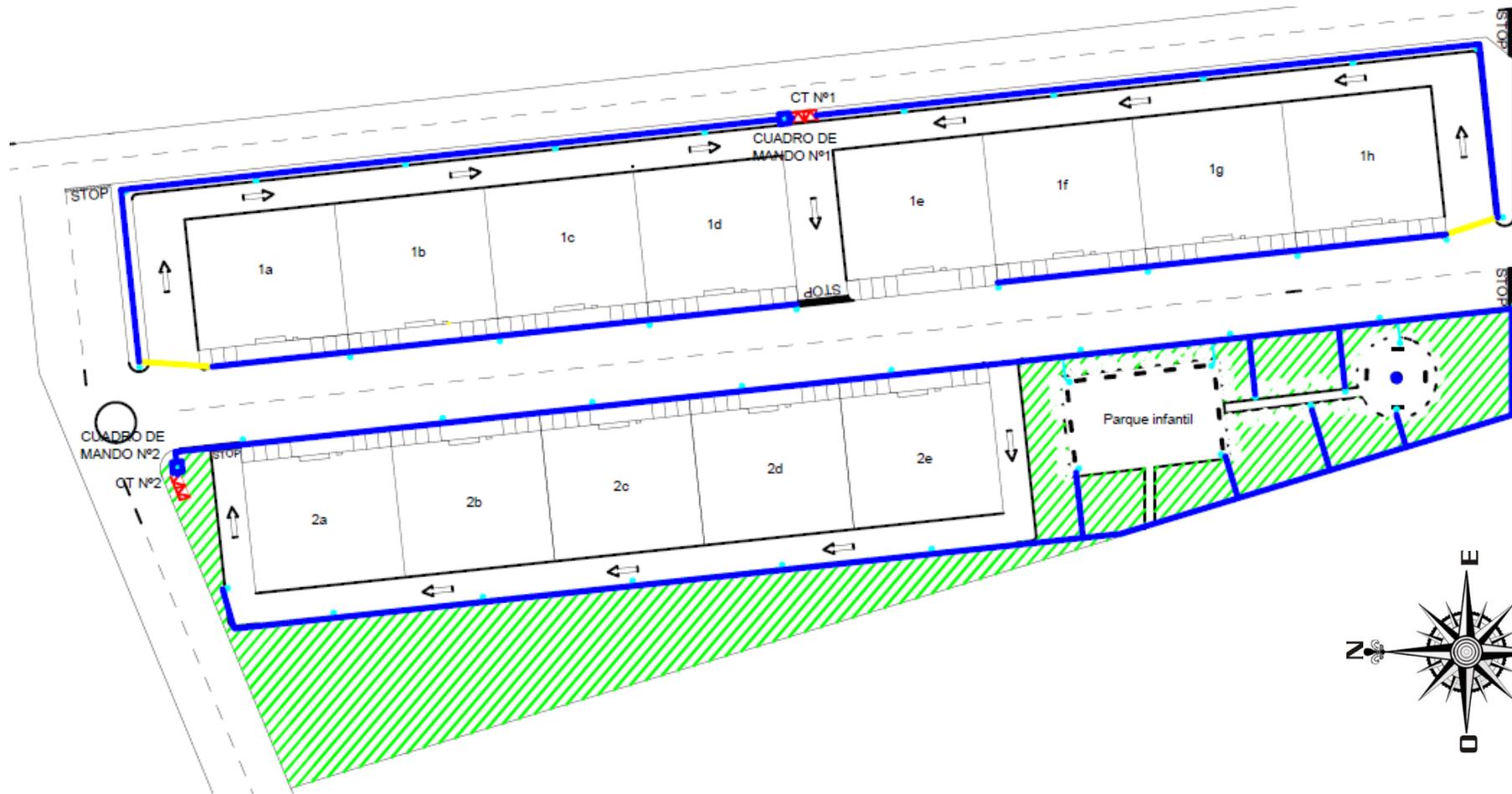
Línea 3: Línea subterránea  
3x1x240 + 1x150 mm<sup>2</sup> Al (0,6/1 kV)

	Fecha	Nombre	Firma:	
<i>Dibujado</i>	Junio 2017	Alejandro Cagigas Ruiz-Lazcano	 E.T.S. Ing. Industriales y de Telecomunicación Universidad de Cantabria	<b>ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA</b>
<i>Comprobado</i>	Junio 2017	Alfredo Madrazo Maza		
<i>id. s. normas</i>				
<i>Escala:</i>	<b>S.E</b> <b>Esquema unifilar CT2</b>			<i>Lamina n.</i> <b>4.5</b>
				<i>N. Alumno:</i>
				<i>Curso:</i>



Leyenda Red de Alumbrado	
	Conductor de cobre tetrapolar
	Luminaria
	Cuadro de Mando

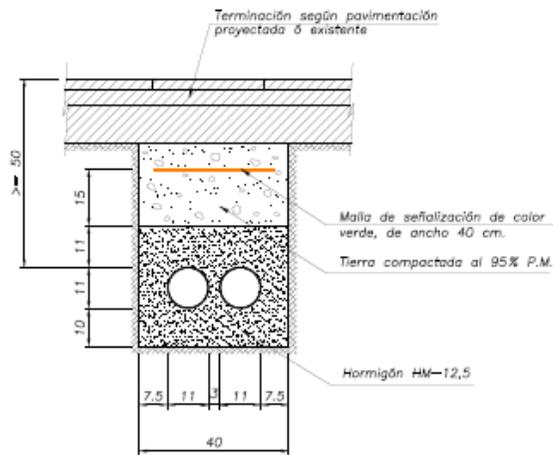
	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	<b>ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA</b>  E.T.S. Ing. Industriales y de Telecomunicación Universidad de Cantabria
<i>Dibujado</i>	Junio 2017	Alejandro Cagigas Ruiz-Lazcano		
<i>Comprobado</i>	Junio 2017	Alfredo Madraza Maza		
<i>id. s. normas</i>				
<i>Escala:</i>	<b>Plano general red de alumbrado</b>			<i>Lamina n.</i> <b>5.1</b>
<b>1:1250</b>				<i>N. Alumno:</i>
				<i>Curso:</i>



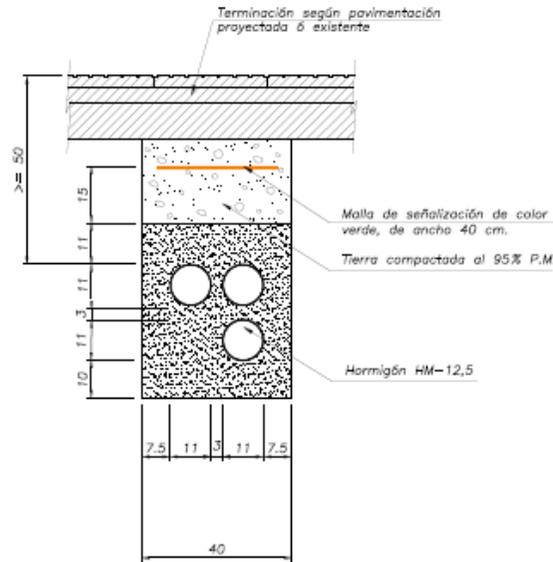
**Legenda Red de zanjas**

- Zanjas sobre aceras (1 circuitos)
- Zanjas sobre calzada (1 circuitos)

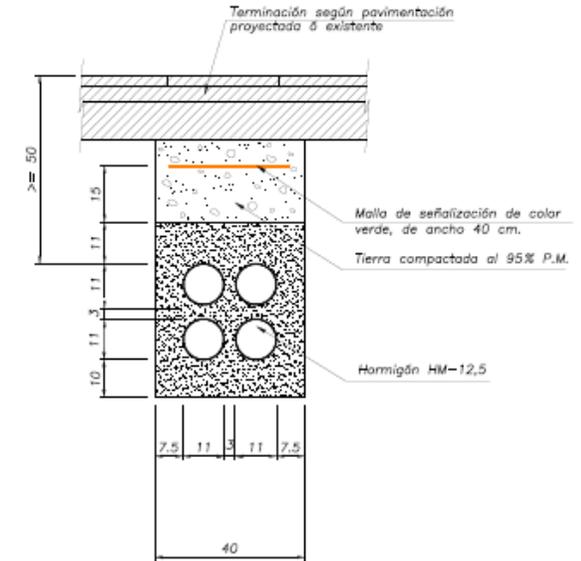
	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	<b>ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA</b>  E.T.S. Ing. Industriales y de Telecomunicación Universidad de Cantabria
<i>Dibujado</i>	Junio 2017	Alejandro Cagigas Ruiz-Lazcano		
<i>Comprobado</i>	Junio 2017	Alfredo Madrazo Maza		
<i>id. s. normas</i>				
<i>Escala:</i>	<b>1:1250</b> <i>Plano red de zanjas</i>			<i>Lamina n.</i> <b>5.2</b>
				<i>N. Alumno:</i>
	<i>Curso:</i>			



SECCION TIPO ZANJA  
EN ACERA Y ZONA AJARDINADA



SECCION TIPO ZANJA  
EN ACERA Y ZONA AJARDINADA

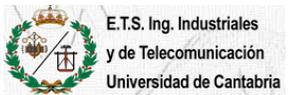


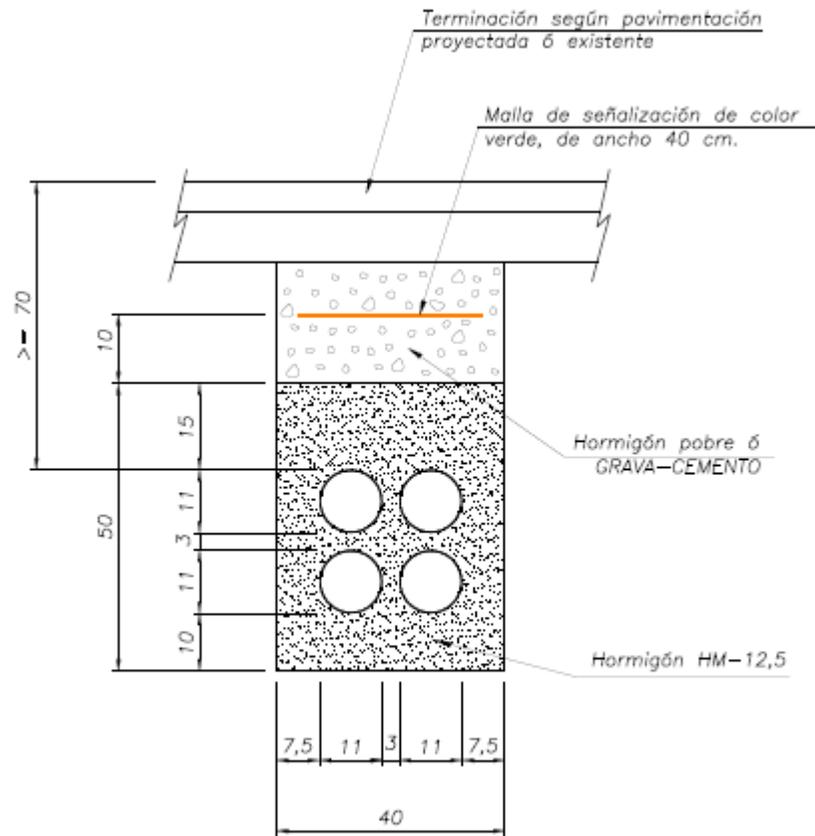
SECCION TIPO ZANJA  
EN ACERA Y ZONA AJARDINADA

Tubos de PVC-U liso  $\varnothing 110$  mm y 2,7 mm de espesor según UNE-EN-1452

Tubos doble pared corrugado en exterior y liso en interior  $\varnothing 110$  mm según UNE-EN-50086.2.4-N

Los tubos llevarán separadores de PVC

	Fecha	Nombre	Firma:	<b>ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA</b>  E.T.S. Ing. Industriales y de Telecomunicación Universidad de Cantabria
Dibujado	Junio 2017	Alejandro Cagigas Ruiz-Lazcano		
Comprobado	Junio 2017	Alfredo Madraza Maza		
id. s. normas				
Escala:	<b>S.E</b> <i>Detalle zanjas bajo acera</i>			Lamina n. <b>5.3</b>
				N. Alumno:
		Curso:		



**SECCION TIPO ZANJA  
EN CRUCE DE CALZADA**

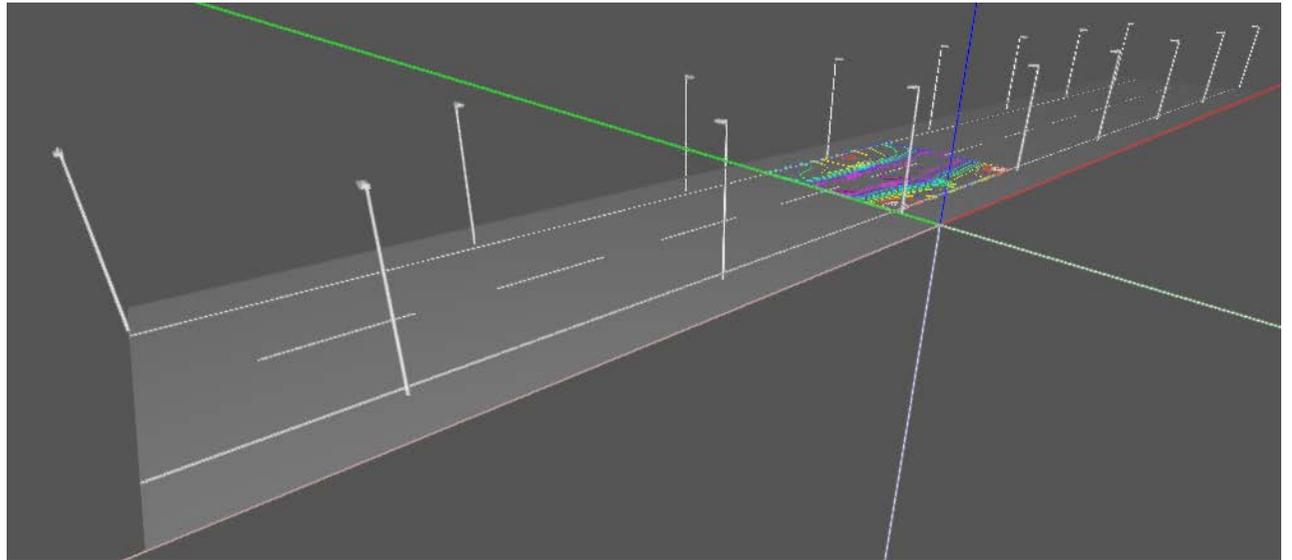
Tubos de PVC-U liso Ø110 mm y 2,7 mm de espesor según UNE-EN-1452

Tubos doble pared corrugado en exterior y liso en interior Ø110 mm según UNE-EN-50086.2.4-N

Los tubos llevarán separadores de PVC cada 100 cm

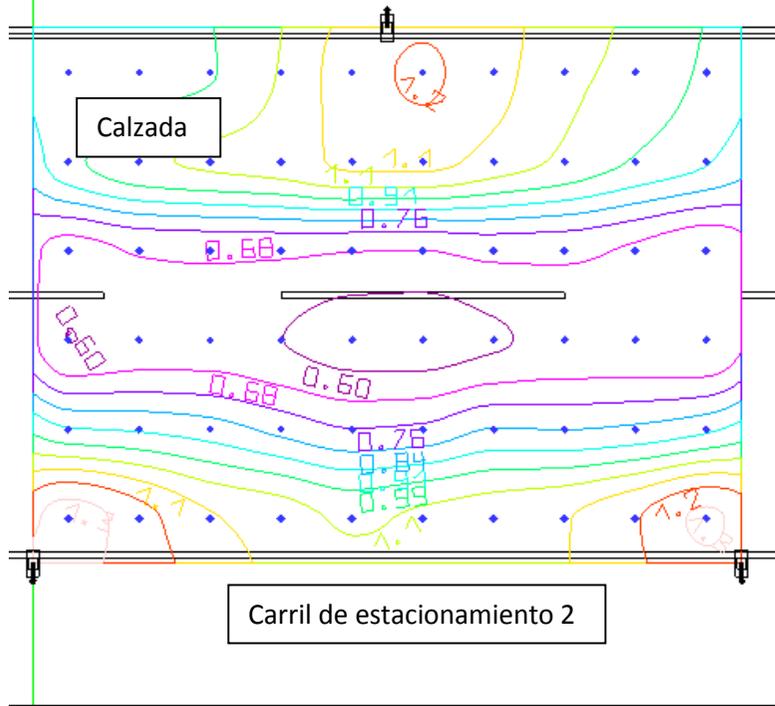
	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	<b>ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA</b>  E.T.S. Ing. Industriales y de Telecomunicación Universidad de Cantabria
<i>Dibujado</i>	Junio 2017	Alejandro Cagigas Ruiz-Lazcano		
<i>Comprobado</i>	Junio 2017	Alfredo Madrazo Maza		
<i>id. s. normas</i>				
<i>Escala:</i>	<b>S.E</b> <b>Detalle zanjass bajo calzada</b>			<i>Lamina n.</i> <b>5.4</b>
				<i>N. Alumno:</i>
				<i>Curso:</i>

Diseño 3D cálculo luminotécnico calle A



0,00' | 5,00' | 10,00' | 15,00' | 20,00'

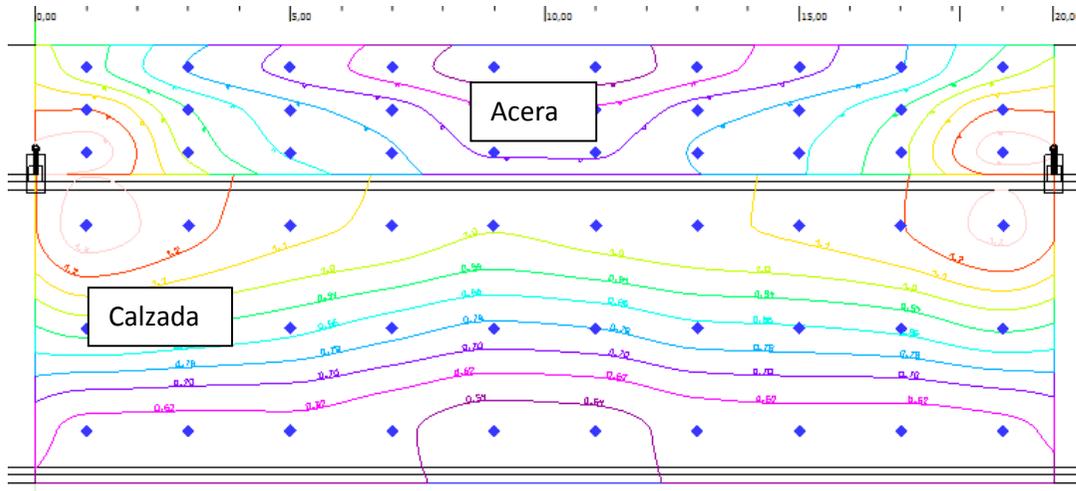
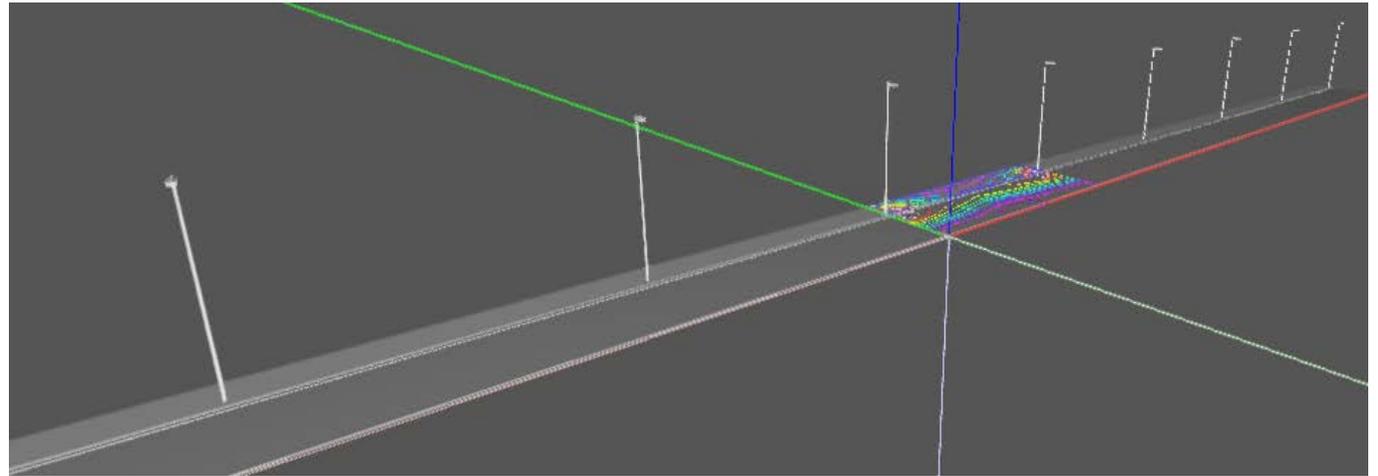
Carril de estacionamiento 1



Cálculo luminotécnico calle A

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	<b>ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA</b>  E.T.S. Ing. Industriales y de Telecomunicación Universidad de Cantabria
<i>Dibujado</i>	Junio 2017	Alejandro Cagigas Ruiz-Lazcano		
<i>Comprobado</i>	Junio 2017	Alfredo Madrazo Maza		
<i>id. s. normas</i>				
<i>Escala:</i>	<b>S.E Estudio luminotécnico calle A</b>			<i>Lamina n.</i> <span style="font-size: 2em; font-weight: bold;">5.5</span>
				<i>N. Alumno:</i>
				<i>Curso:</i>

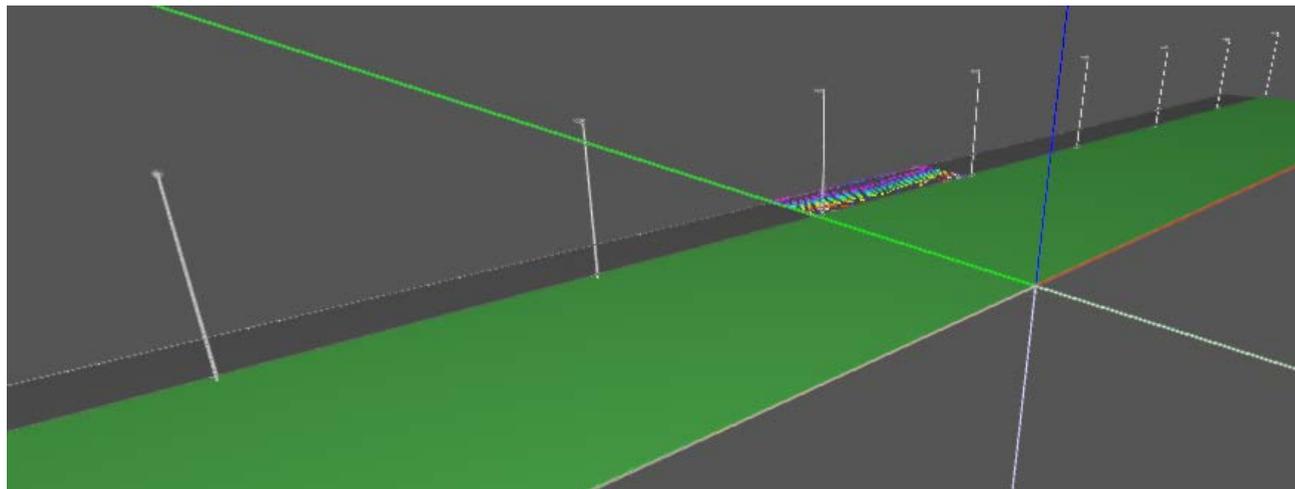
Diseño 3D cálculo luminotécnico calle B



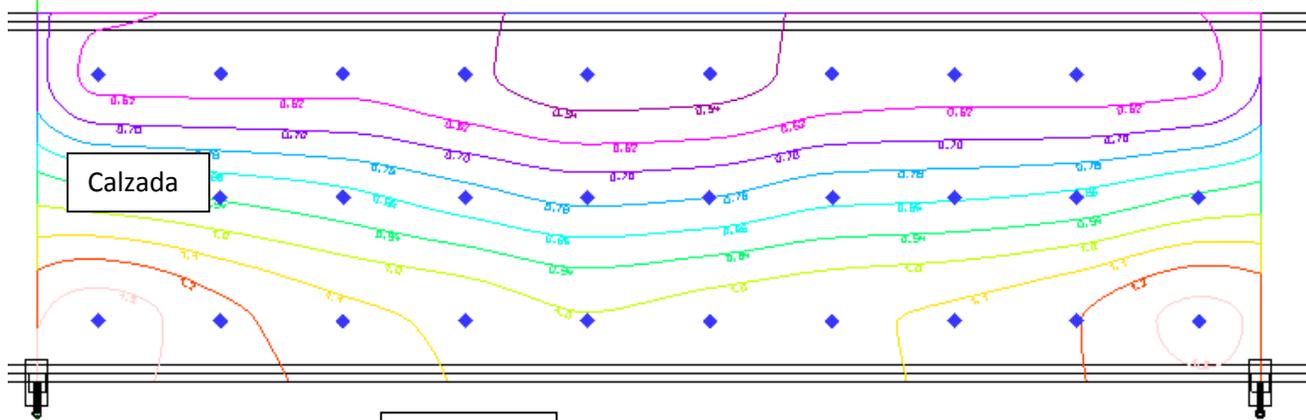
Cálculo luminotécnico calle B

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	<b>ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA</b>  E.T.S. Ing. Industriales y de Telecomunicación Universidad de Cantabria
<i>Dibujado</i>	Junio 2017	Alejandro Cagigas Ruiz-Lazcano		
<i>Comprobado</i>	Junio 2017	Alfredo Madraza Maza		
<i>id. s. normas</i>				
<i>Escala:</i>	<b>S.E Estudio luminotécnico calle B</b>			<i>Lamina n.</i> <b>5.6</b>
				<i>N. Alumno:</i>
				<i>Curso:</i>

Diseño 3D cálculo luminotécnico calle C



0,00 | 5,00 | 10,00 | 15,00 | 20,00



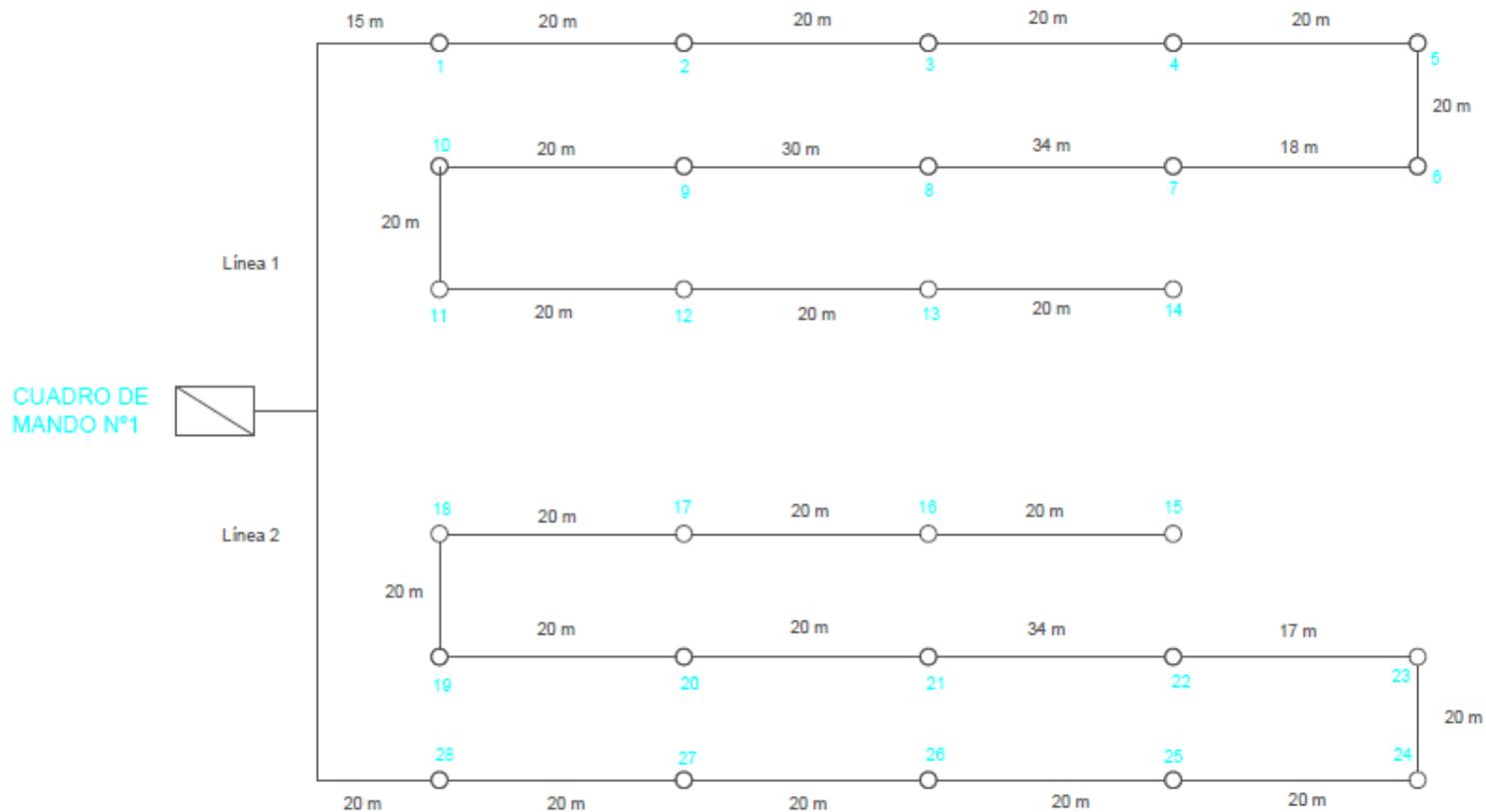
Calzada

Zona verde

Cálculo luminotécnico calle C

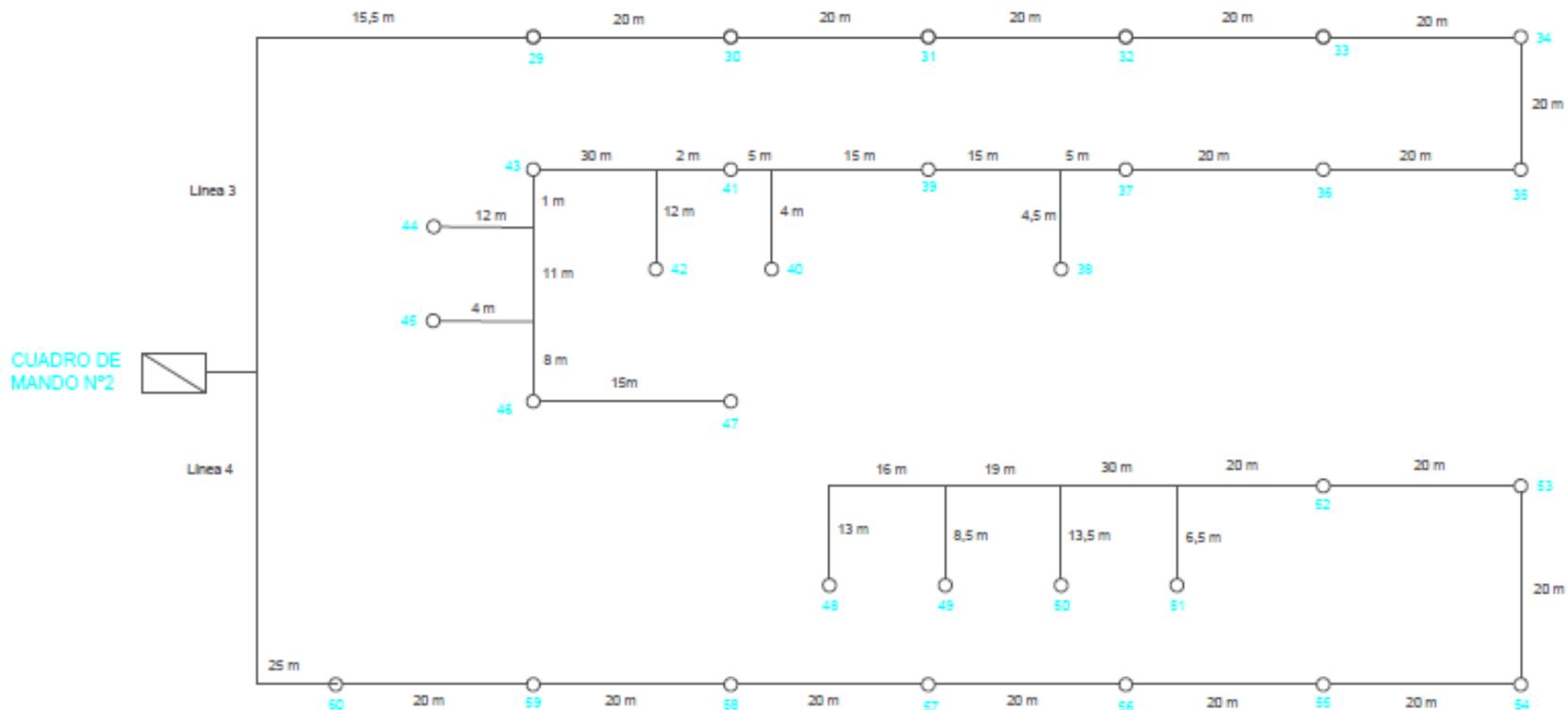
	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	<b>ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA</b>  E.T.S. Ing. Industriales y de Telecomunicación Universidad de Cantabria
<i>Dibujado</i>	Junio 2017	Alejandro Cagigas Ruiz-Lazcano		
<i>Comprobado</i>	Junio 2017	Alfredo Madrazo Maza		
<i>id. s. normas</i>				
<i>Escala:</i>	<b>S.E</b> <i>Estudio luminotécnico calle C</i>			<i>Lamina n.</i> <b>5.7</b>
				<i>N. Alumno:</i>
				<i>Curso:</i>

### CUADRO DE MANDO N°1



	Fecha	Nombre	Firma:	<b>ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA</b>  E.T.S. Ing. Industriales y de Telecomunicación Universidad de Cantabria
<i>Dibujado</i>	Junio 2017	Alejandro Cagigas Ruiz-Lazcano		
<i>Comprobado</i>	Junio 2017	Alfredo Madraza Maza		
<i>id. s. normas</i>				
<i>Escala:</i>	<b>S.E</b>			<i>Lamina n.</i> <b>5.8</b>
	<b>Esquema unifilar red de alumbrado C.M 1</b>			<i>N. Alumno:</i>
				<i>Curso:</i>

## CUADRO DE MANDO Nº2



	Fecha	Nombre	Firma:	<b>ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA</b>  E.T.S. Ing. Industriales y de Telecomunicación Universidad de Cantabria
<i>Dibujado</i>	Junio 2017	Alejandro Cagigas Ruiz-Lazcano		
<i>Comprobado</i>	Junio 2017	Alfredo Madrazo Maza		
<i>id. s. normas</i>				
<i>Escala:</i>  <b>S.E</b>	<b>Esquema unifilar red de alumbrado C.M 2</b>			<i>Lamina n.</i> <b>5.9</b>
				<i>N. Alumno:</i>
				<i>Curso:</i>

# **PLIEGO DE CONDICIONES**

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

## ÍNDICE

1 OBJETO .....	5
2 ÁMBITO DE APLICACIÓN .....	5
3 DISPOSICIONES GENERALES .....	5
3.1 CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES .....	6
3.2 SEGURIDAD EN EL TRABAJO .....	6
3.3 SEGURIDAD PÚBLICA .....	7
3.4 GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL .....	7
4 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO .....	7
4.1 DATOS DE LA OBRA .....	7
4.2 REPLANTEO DE LA OBRA .....	8
4.3 MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO .....	9
4.4 ACOPIO DE LOS MATERIALES .....	9
4.5 ORGANIZACIÓN .....	9
4.6 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	10
4.7 SUBCONTRATACIÓN DE LAS OBRAS .....	11
4.8 PLAZO DE EJECUCIÓN .....	11
4.9 RECEPCIÓN PROVISIONAL .....	12
4.10 PERÍODOS DE GARANTÍA .....	12
4.11 RECEPCIÓN DEFINITIVA .....	13
4.12 PAGO DE OBRAS .....	13
4.13 ABONO DE LOS MATERIALES ACOPIADOS .....	14
5 DISPOSICIONES FINALES .....	14
6 CONDICIONES PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE MEDIA TENSIÓN .....	14
6.1 OBJETO .....	14

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

6.2 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	15
6.2.1 TRAZADO.....	15
6.2.2 ZANJAS.....	15
6.2.3 CRUCES Y PARALELISMOS.....	22
6.2.4 ARQUETAS .....	23
6.2.5 CANALIZACIONES.....	24
6.2.6 TRANSPORTE DE BOBINAS.....	27
6.2.7 TENDIDO DE CABLES.....	27
6.2.8 EMPALMES.....	33
6.2.9 BOTELLAS TERMINALES .....	33
7 CONDICIONES PARA LA OBRA CIVIL E INSTALACIÓN DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN .....	34
7.1 OBRA CIVIL.....	34
7.1.1 APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN.....	35
7.1.2 TRANSFORMADORES DE POTENCIA.....	35
7.1.3 EQUIPOS DE MEDIDA.....	36
7.2 NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES .....	37
7.3 PRUEBAS REGLAMENTARIAS.....	37
7.4 CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.....	38
7.5 CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN .....	39
7.6 LIBRO DE ÓRDENES.....	39
8 CONDICIONES PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE REDES SUBTERRÁNEAS EN BAJA TENSIÓN .....	39
8.1 OBJETO.....	39
8.2 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	39
8.2.1 TRAZADO.....	40

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

8.2.2 APERTURA DE ZANJAS.....	40
8.2.3 CRUCES Y PARALELISMOS.....	41
8.2.4 CANALIZACIONES.....	43
8.2.5 ARQUETAS DE REGISTRO .....	45
8.2.6 TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLE .....	46
8.2.7 TENDIDO DE CABLES.....	47
8.2.8 EMPALMES.....	50
8.2.9 BOTELLAS TERMINALES .....	51
8.2.10 SEÑALIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN .....	51
8.2.11 CIERRE DE ZANJAS.....	51
8.2.12 REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS.....	52
8.3 MATERIALES .....	52
8.4 RECEPCIÓN DE OBRA.....	53

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

### **1 OBJETO**

El objeto del presente documento no es más que el de establecer los requisitos a los que debe ajustarse la ejecución de las obras, y las condiciones técnicas que han de cumplir los materiales empleados.

Los pliegos de condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

### **2 ÁMBITO DE APLICACIÓN**

Éste pliego de condiciones establece los requisitos a los que debe ajustarse la ejecución de un nuevo polígono industrial, así como toda la electrificación y alumbrado exterior de dicho polígono.

### **3 DISPOSICIONES GENERALES**

El contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación de Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de Vejez, Seguro de enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. Deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 “Contratación de obras. Condiciones Generales”, siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El director de obra del contratista principal, deberá tener presencia permanente en obra.

El contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda de 28 de marzo de 1968, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondiente al Proyecto y que se fijará en el pliego de condiciones particulares, en caso de que proceda.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

### 3.1 CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES

A continuación se citan las normas, en su última revisión, que se cumplen para le ejecución de las obras y lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones.

- RD 3410/75, de 25 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento General de contratación del Estado.
- Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Ley 31/1995 de 8 de noviembre sobre Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.

### 3.2 SEGURIDAD EN EL TRABAJO

Se llevará a cabo conforme lo dispuesto en:

- Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, el R.D. 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la Construcción y el R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales  
Además se incluye en el presente proyecto el Estudio de Seguridad y Salud que deberá ser aprobado por el Coordinador en materia de seguridad y salud previo al inicio de las obras.

# **TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T**

## **AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA**

---

### **3.3 SEGURIDAD PÚBLICA**

El Contratista será el encargado de seleccionar los accesos a la obra y todos los cerramientos necesarios para su ejecución.

El Contratista además, asumirá toda la responsabilidad en caso de cualquier accidente que afecte a las personas, animales y cosas procedentes del trabajo. Por ello deberá tomar toda la precaución máxima en todas las operaciones y usos de equipos.

El Contratista mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc. que en uno y otro pudieran incurrir para el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

### **3.4 GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL**

La ejecución de las obras se realizará garantizando el cumplimiento de la legislación y reglamentación medioambiental aplicable.

## **4 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO**

El Contratista es el encargado de ordenar los trabajos de forma eficaz para la perfecta ejecución de los mismos. Las obras se realizarán bajo las indicaciones del Director de Obra, al amparo de las condiciones siguientes.

### **4.1 DATOS DE LA OBRA**

Se entregará al Contratista dos copias de los Planos y un Pliego de Condiciones del Proyecto, así como cuantos datos o planos necesite para la completa ejecución de la obra. Entre los cuales se incluye:

- Plano de situación a escala 1:2000 o 1:1000.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

- Plano de emplazamiento.
- Plano en planta del nuevo polígono a escala 1:600, en el que figure la línea entre el transformador y las diferentes naves industriales, así como la línea correspondiente al alumbrado exterior.
- Especificaciones técnicas de materiales.
- Planos de cimentaciones y comprobación de la adherencia de las mismas

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos. Se hace responsable de la buena conservación de los originales, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, el Contratista, simultáneamente al levantamiento del Acta de Recepción Provisional, entregará planos actualizados de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de obra dos expedientes completos de los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones o variaciones en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

### **4.2 REPLANTEO DE LA OBRA**

El Director de Obra, una vez que el Contratista esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de las obras, con especial atención en los puntos singulares, entregando al Contratista las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de los mismos.

# **TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T**

## **AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA**

---

Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán claramente los datos entregados, firmado por el Director de Obra y por el representante del Contratista. Los gastos de replanteo serán a cuenta del Contratista.

### **4.3 MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO**

En caso de querer realizar una mejora o una alteración del Proyecto, no se podrán llevar a cabo sin el consentimiento por escrito del Director de Obra y sin el convenido precio antes de proceder a su ejecución.

### **4.4 ACOPIO DE LOS MATERIALES**

El Director de obra de acuerdo con el Contratista dará su aprobación sobre el material suministrado y confirmará que permite una instalación correcta. La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del Contratista.

### **4.5 ORGANIZACIÓN**

El Contratista actuará de patrono legal aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente están establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de la obra.

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la Obra así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del Contratista a quién corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

El Contratista deberá, sin embargo, informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la Obra, así como de la procedencia de los

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

materiales y cumplimentar cuantas órdenes le de este en relación con datos extremos.

En las obras por administración, el Contratista deberá dar cuenta diaria al Director de Obra de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y cuantos gastos haya de efectuar. Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares, cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% de los normales en el mercado, solicitará la aprobación previa del Director de Obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de reconocida urgencia, en los que se dará cuenta posteriormente.

### **4.6 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto y a las condiciones contenidas en este Pliego de Condiciones y en el Pliego Particular si lo hubiera y de acuerdo con las especificaciones señaladas en el de Condiciones Técnicas.

El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director de Obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza tanto en la ejecución de la obra en relación con el Proyecto como en las Condiciones Técnicas especificadas, sin perjuicio de lo que en cada momento pueda ordenarse por el Director de Obra. El Contratista no podrá utilizar en los trabajos personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo. Igualmente, será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo.

La ejecución de las obras será confiada a personal cuyos conocimientos técnicos y prácticos les permita realizar el trabajo correctamente, debiendo tener al frente del mismo un técnico suficientemente especializado a juicio del Director de Obra.

### 4.7 SUBCONTRATACIÓN DE LAS OBRAS

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra.

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

- Que se dé conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicaciones de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.
- Que las unidades de obra que al adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

En cualquier caso el contratante no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier Subcontratación de obras no eximirá al Contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al Contratante.

### 4.8 PLAZO DE EJECUCIÓN

Los plazos de ejecución, total y parciales, indicados en el contrato, se empezarán a contar a partir de la fecha de replanteo. El Contratista estará obligado a cumplir con los plazos que se señalen en el contrato para la ejecución de las obras y que serán improrrogables.

No obstante lo anteriormente indicado, los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por el Director de Obra debidos a exigencias de la realización de las obras y siempre que tales cambios influyan realmente en los plazos señalados en el contrato.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

Si por cualquier causa, ajena por completo al Contratista, no fuera posible empezar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el Director de Obra la prórroga estrictamente necesaria.

### **4.9 RECEPCIÓN PROVISIONAL**

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso.

Dicho Acta será firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y Pliego de condiciones en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Contratista. Si el Contratista no cumpliera estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

### **4.10 PERÍODOS DE GARANTÍA**

El período de garantía será el señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

# **TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T**

## **AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA**

---

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales. Durante este periodo, el Contratista garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

### **4.11 RECEPCIÓN DEFINITIVA**

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los seis meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Contratista levantándose el Acta correspondiente que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.

### **4.12 PAGO DE OBRAS**

El pago de obras realizadas se hará sobre Certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas Certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figure en las Certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10% y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

Serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición. La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminados por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no

# **TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T**

## **AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA**

---

suponiendo por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

### **4.13 ABONO DE LOS MATERIALES ACOPIADOS**

Cuando a juicio del Director de Obra no haya peligro de que desaparezca o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación. Dicho material será indicado por el Director de Obra que lo reflejará en el Acta de recepción de Obra, señalando el plazo de entrega en los lugares previamente indicados. El Contratista será responsable de los daños que se produzcan en la carga, transporte y descarga de este material.

La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de un mes, una vez que se haya instalado el cable que contenían. En caso de retraso en su restitución, deterioro o pérdida, el Contratista se hará también cargo de los gastos suplementarios que puedan resultar.

## **5 DISPOSICIONES FINALES**

La concurrencia a cualquier Subasta, Concurso o Concurso-Subasta cuyo Proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones Generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

## **6 CONDICIONES PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE MEDIA TENSIÓN**

### **6.1 OBJETO**

Éste Pliego de Condiciones Generales comprende el conjunto de características que tendrán que cumplir los materiales utilizados en la construcción, así como las técnicas de su colocación en la obra y las que tendrán que regir la ejecución

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

de cualquier tipo de instalaciones y obras necesarias y dependientes. Para cualquier tipo de especificación, no incluida en este Pliego, se tendrá en cuenta lo que indique la normativa vigente.

### 6.2 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

#### 6.2.1 TRAZADO

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajo las aceras o calzadas, evitando ángulos pronunciados. El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales.

#### 6.2.2 ZANJAS

##### Zanjas en tierra

Su ejecución comprende:

- Apertura de las zanjas.

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajo las aceras, evitando ángulos pronunciados. El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales.

Antes de proceder al comienzo de los trabajos, se marcarán, en el pavimento de las aceras, las zonas donde se abrirán las zanjas marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejarán puentes para la contención del terreno. Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas se indicarán sus situaciones, con el fin de tomar las precauciones debidas.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar, de forma que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable.

Las zanjas se ejecutarán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

Se dejará un paso de 50 cm entre las tierras extraídas y la zanja, todo a lo largo de la misma, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierra registros de gas, teléfonos, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial.

En los pasos de carruajes, entradas de garajes, etc, tanto existentes como futuros, los cruces serán ejecutados con tubos, de acuerdo con las recomendaciones del apartado correspondiente y previa autorización del Supervisor de Obra.

- Suministro y colocación de protecciones de arenas

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto; exenta de substancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará o lavará convenientemente.

## TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

### AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

Se utilizará indistintamente de cantera o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán de dos o tres milímetros como máximo.

Cuando se emplee la procedente de la zanja, además de necesitar la aprobación del Supervisor de la Obra, será necesario su cribado.

En el lecho de la zanja irá una capa de 10 cm. de espesor de arena, sobre la que se situará el cable. Por encima del cable irá otra capa de 15 cm. De arena. Ambas capas de arena ocuparán la anchura total de la zanja.

- Suministro y colocación de protección de rasilla y ladrillo

Encima de la segunda capa de arena se colocará una capa protectora de rasilla o ladrillo, siendo su anchura de un pie (25 cm.) cuando se trate de proteger un solo cable o terna de cables en mazos. La anchura se incrementará en medio pie (12,5 cm.) por cada cable o terna de cables en mazos que se añada en la misma capa horizontal.

Los ladrillos o rasillas serán cerámicos, duros y fabricados con buenas arcillas. Su cocción será perfecta, tendrá sonido campanil y su fractura será uniforme, sin caliches ni cuerpos extraños. Tanto los ladrillos huecos como las rasillas estarán fabricados con barro fino y presentará caras planas con estrías.

Cuando se tiendan dos o más cables tripolares de M.T. o una o varias ternas de cables unipolares, entonces se colocará, a todo lo largo de la zanja, un ladrillo en posición de canto para separar los cables cuando no se pueda conseguir una separación de 25 cm. entre ellos.

- Colocación de la cinta de Atención al cable

## TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

### AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

En las canalizaciones de cables de media tensión se colocará una cinta de cloruro de polivinilo, que denominaremos Atención a la existencia del cable, tipo UNESA. Se colocará a lo largo de la canalización una tira por cada cable de media tensión tripolar o terna de unipolares en mazos y en la vertical del mismo a una distancia mínima a la parte superior del cable de 30 cm. La distancia mínima de la cinta a la parte inferior del pavimento será de 10 cm.

- Tapado y apisonado de las zanjas

Una vez colocadas las protecciones del cable, señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de la excavación (previa eliminación de piedras gruesas, cortantes o escombros que puedan llevar), apisonada, debiendo realizarse los 20 primeros cm. De forma manual, y para el resto es conveniente apisonar mecánicamente.

El tapado de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de diez centímetros de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas, si fuese necesario, con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno. La cinta de Atención a la existencia del cable, se colocará entre dos de estas capas, tal como se ha indicado en d). El contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiencia de esta operación y por lo tanto serán de su cuenta posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

- Carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes

Las tierras sobrantes de la zanja, debido al volumen introducido en cables, arenas, rasillas, así como el esponje normal del terreno serán retiradas por el contratista y llevadas a vertedero.

El lugar de trabajo quedará libre de dichas tierras y completamente limpio.

- Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

Durante la ejecución de las obras, éstas estarán debidamente señalizadas de acuerdo con los condicionamientos de los Organismos afectados y Ordenanzas Municipales.

### **Dimensiones y Condiciones Generales de Ejecución**

- Zanja normal para media tensión

Se considera como zanja normal para cables de media tensión la que tiene 0,60 m. de anchura media y profundidad 1,10 m., tanto en aceras como en calzada. Esta profundidad podrá aumentarse por criterio exclusivo del Supervisor de Obras.

La separación mínima entre ejes de cables tripolares, o de cables unipolares, componentes de distinto circuito, deberá ser de 0,20 m. separados por un ladrillo, o de 25 cm. entre capas externas sin ladrillo intermedio.

La distancia entre capas externas de los cables unipolares de fase será como mínimo de 8 cm. con un ladrillo o rasilla colocado de canto entre cada dos de ellos a todo lo largo de las canalizaciones.

Al ser de 10 cm. el lecho de arena, los cables irán como mínimo a 1 m. de profundidad. Cuando esto no sea posible y la profundidad sea inferior a 0,70 m. deberán protegérselos cables con chapas de hierro, tubos de fundición u otros dispositivos que aseguren una resistencia mecánica equivalente, siempre de acuerdo y con la aprobación del Supervisor de la Obra.

- Zanja para media tensión en terreno con servicios

Cuando al abrir calas de reconocimiento o zanjas para el tendido de nuevos cables aparezcan otros servicios se cumplirán los siguientes requisitos:

## TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

### AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

a) Se avisará a la empresa propietaria de los mismos. El encargado de la obra tomará las medidas necesarias, en el caso de que estos servicios queden al aire, para sujetarlos con seguridad de forma que no sufran ningún deterioro.

Y en el caso en que haya que correrlos, para poder ejecutar los trabajos, se hará siempre de acuerdo con la empresa propietaria de las canalizaciones.

Nunca se deben dejar los cables suspendidos, por necesidad de la canalización, de forma que estén en tracción, con el fin de evitar que las piezas de conexión, tanto en empalmes como en derivaciones, puedan sufrir.

b) Se establecerán los nuevos cables de forma que no se entrecrucen con los servicios establecidos, guardando, a ser posible, paralelismo con ellos.

c) Se procurará que la distancia mínima entre servicios sea de 30 cm. en la proyección horizontal de ambos.

d) Cuando en la proximidad de una canalización existan soportes de líneas aéreas de transporte público, telecomunicación, alumbrado público, etc., el cable se colocará a una distancia mínima de 50 cm. de los bordes extremos de los soportes o de las fundaciones. Esta distancia pasará a 150 cm. cuando el soporte esté sometido a un esfuerzo de vuelco permanente hacia la zanja. En el caso en que esta precaución no se pueda tomar, se utilizará una protección mecánica resistente a lo largo de la fundación del soporte, prolongada una longitud de 50 cm. a un lado y a otro de los bordes extremos de aquella con la aprobación del Supervisor de la Obra.

- Zanja con más de una banda horizontal

Cuando en una misma zanja se coloquen cables de baja tensión y media tensión, cada uno de ellos deberá situarse a la profundidad que le corresponda y llevará su correspondiente protección de arena y rasilla. Se procurará que los cables de

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

media tensión vayan colocados en el lado de la zanja más alejada de las viviendas y los de baja tensión en el lado de la zanja más próximo a las mismas.

De este modo se logrará prácticamente una independencia casi total entre ambas canalizaciones.

La distancia que se recomienda guardar en la proyección vertical entre ejes de ambas bandas debe ser de 25 cm.

Los cruces en este caso, cuando los haya, se realizarán de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto.

### **Zanjas en roca**

Se tendrá en cuenta todo lo dicho en el apartado de zanjas en tierra. La profundidad mínima será de 2/3 de los indicados anteriormente en cada caso. En estos casos se atenderá a las indicaciones del Supervisor de Obra sobre la necesidad de colocar o no protección adicional.

### **Zanjas anormales y especiales**

La separación mínima entre ejes de cables multipolares o mazos de cables unipolares, componentes del mismo circuito, deberá ser de 0,20 m. separados por un ladrillo o de 0,25 m. entre caras sin ladrillo y la separación entre los ejes de los cables extremos y la pared de la zanja de 0,10 m.; por tanto, la anchura de la zanja se hará con arreglo a estas distancias mínimas y de acuerdo con lo ya indicado cuando, además, haya que colocar tubos.

También en algunos casos se pueden presentar dificultades anormales (galerías, pozos, cloacas, etc.). Entonces los trabajos se realizarán con precauciones y normas pertinentes al caso y las generales dadas para zanjas de tierra.

### 6.2.3 CRUCES Y PARALELISMOS

Cuando al abrir calas de reconocimiento o zanjas para el tendido de nuevos cables aparezcan otros servicios se cumplirá lo indicado en la memoria del proyecto en cuanto a cruzamientos y paralelismos con otras instalaciones, teniendo en cuenta los siguientes requisitos:

- Se avisará a la empresa propietaria de los mismos. El encargado de la obra tomará las medidas necesarias, en el caso de que estos servicios queden al aire, para sujetarlos con seguridad de forma que no sufran ningún deterioro. Y en el caso en que haya que correrlos, para poder ejecutar los trabajos, se hará siempre de acuerdo con la empresa propietaria de las canalizaciones. Nunca se deben dejar los cables suspendidos, por necesidad de la canalización, de forma que estén en tracción, con el fin de evitar que las piezas de conexión, tanto en empalmes como en derivaciones, puedan sufrir.
- Se establecerán los nuevos cables de forma que no se entrecrucen con los servicios establecidos, guardando, a ser posible, paralelismo con ellos.
- Se procurará que la distancia mínima entre servicios sea de 30 cm en la proyección horizontal de ambos.
- Cuando en la proximidad de una canalización existan soportes de líneas aéreas de transporte público, telecomunicación, alumbrado público, etc., el cable se colocará a una distancia mínima de 50 cm. de los bordes extremos de los soportes o de las fundaciones. Esta distancia pasará a 150 cm. cuando el soporte esté sometido a un esfuerzo de vuelco permanente hacia la zanja. En el caso en que esta precaución no se pueda tomar, se utilizará una protección mecánica resistente a lo largo de la fundación del soporte, prolongada una longitud de 50 cm a un lado y a otro de los bordes extremos de aquella con la aprobación del Supervisor de la Obra.
- Los cables de baja tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,10

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

m con los cables de baja tensión y 0,25 m con los cables de alta tensión. Cuando en una misma zanja se coloquen cables de baja tensión y media tensión, cada uno de ellos deberá situarse a la profundidad que le corresponda y llevará su correspondiente protección de arena y rasilla. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada. Se procurará que los cables de media tensión vayan colocados en el lado de la zanja más alejada de las viviendas y los de baja tensión en el lado de la zanja más próximo a las mismas.

- En el paralelismo entre el cable de energía y conducciones metálicas enterradas se debe mantener en todo caso una distancia mínima en proyección horizontal de:
  - 0,50 m para gaseoductos.
  - 0,30 m para otras conducciones.
  
- Cuando las tomas de tierra de pararrayos de edificios importantes se encuentren bajo la acera, próximas a cables eléctricos en que las envueltas no están conectadas en el interior de los edificios con la bajada del pararrayos conviene tomar alguna de las precauciones siguientes:
  - Interconexión entre la bajada del pararrayos y las envueltas metálicas de los cables.
  - Distancia mínima de 0,50 m entre el conductor de toma de tierra del pararrayos y los cables o bien interposición entre ellos de elementos aislantes.

### 6.2.4 ARQUETAS

En los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillo, siendo sus dimensiones las necesarias para que el radio de curvatura sea como

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90° y aún éstos se limitarán a los imprescindibles. En general, los cambios de dirección se harán con ángulos grandes. Como norma general, en alineaciones superiores a 30 m serán necesarias las arquetas intermedias que promedien los tramos de tendido y que no estén distantes entre sí más de 30 m.

Las arquetas sólo estarán permitidas en aceras o lugares por las que normalmente no debe haber tránsito de vehículos, si esto ocurriese en algún caso excepcional, se reforzarán marcos y tapas.

En la arqueta, los tubos quedarán a unos 25 cm por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable los tubos se taponarán con yeso de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo.

La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia. Si las arquetas no son registrables se cubrirán con los materiales necesarios para evitar su hundimiento. Sobre esta cubierta se echará una capa de tierra y sobre ella se reconstruirá el pavimento.

### 6.2.5 CANALIZACIONES

El cable deberá ir en el interior de tubos en los casos siguientes:

- Para el cruce de calles, caminos o carreteras con tráfico rodado.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

- En las entradas de carruajes o garajes públicos.
- En los lugares en donde por diversas causas no debe dejarse tiempo la zanja abierta.
- En los sitios en donde esto se crea necesario por indicación del Proyecto o del Supervisor de la Obra.

Los trabajos de cruces, teniendo en cuenta que su duración es mayor que los de apertura zanjas, empezarán antes, para tener toda la zanja a la vez, dispuesta para el tendido del cable. Estos cruces serán siempre rectos, y en general, perpendiculares a la dirección de la calzada. Sobresaldrán en la acera, hacia el interior, unos 20 cm. del bordillo (debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación).

Los cruces de vías públicas o privadas se realizarán con tubos ajustándose a las siguientes condiciones:

- Se colocará en posición horizontal y recta y estarán hormigonados en toda su longitud.
- Deberá preverse para futuras ampliaciones uno o varios tubos de reserva dependiendo el número de la zona y situación del cruce (en cada caso se fijará el número de tubos de reserva).
- Los extremos de los tubos en los cruces llegarán hasta los bordillos de las aceras, debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación.
- En las salidas, el cable se situará en la parte superior del tubo, cerrando los orificios con yeso.
- Siempre que la profundidad de zanja bajo la calzada sea inferior a 60 cm en el caso de B.T. se utilizarán chapas o tubos de hierro u otros dispositivos que aseguren una resistencia mecánica equivalente, teniendo en cuenta que dentro del mismo tubo deberán colocarse las tres fases y neutro.

El diámetro de los tubos se ajustará a lo indicado en la memoria y en los planos del proyecto. Su colocación y la sección mínima de hormigonado responderán a

## TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

### AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

lo indicado en los planos. Estarán recibidos con cemento y hormigonados en toda su longitud. Cuando por imposibilidad de hacer la zanja a la profundidad normal los cables estén situados a menos de 80 cm de profundidad, se dispondrán en vez de tubos de fibrocemento ligero, tubos metálicos o de resistencia análoga para el paso de cables por esa zona, previa conformidad del Supervisor de Obra.

Los tubos vacíos, ya sea mientras se ejecuta la canalización o que al terminarse la misma se queda de reserva, deberán taparse con rasilla y yeso, dejando en su interior un alambre galvanizado para guiar posteriormente los cables en su tendido. Se debe evitar posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

En los tramos rectos, cada 15 o 20 m, según el tipo de cable, para facilitar su tendido se dejarán calas abiertas de una longitud mínima de 3 m. en las que se interrumpirá la continuidad del tubo. Una vez tendido el cable estas calas se taparán cubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento o dejando arquetas fácilmente localizables para ulteriores intervenciones, según indicaciones del Supervisor de Obras.

Para hormigonar los tubos se procederá del modo siguiente: Se hecha previamente una solera de hormigón bien nivelada de unos 8 cm de espesor sobre la que se asienta la primera capa de tubos separados entre sí unos 4 cm. procediéndose a continuación a hormigonarlos hasta cubrirlos enteramente. Sobre esta nueva solera se coloca la segunda capa de tubos, en las condiciones ya citadas, que se hormigona igualmente en forma de capa. Si hay más tubos se procede como ya se ha dicho, teniendo en cuenta que, en la última capa, el hormigón se vierte hasta el nivel total que deba tener.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

### 6.2.6 TRANSPORTE DE BOBINAS

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado; asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde el camión o remolque.

Cuando se desplace la bobina por tierra rodándola, habrá que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

Las bobinas no deben almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de empezar el tendido del cable se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el tendido. En el caso de suelo con pendiente es preferible realizar el tendido en sentido descendente. Para el tendido de la bobina estará siempre elevada y sujeta por barra y gatos adecuados al peso de la misma y dispositivos de frenado.

### 6.2.7 TENDIDO DE CABLES

Tendido de cables en zanja abierta.

#### **Manejo y preparación de bobinas**

Cuando se desplace la bobina en tierra rodándola, hay que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado en ella con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

La bobina no debe almacenarse sobre un suelo blando.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

Antes de comenzar el tendido del cable se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina, generalmente por facilidad de tendido: en el caso de suelos con pendiente suele ser conveniente el canalizar cuesta abajo. También hay que tener en cuenta que si hay muchos pasos con tubos, se debe procurar colocar la bobina en la parte más alejada de los mismos, con el fin de evitar que pase la mayor parte del cable por los tubos.

En el caso del cable trifásico no se canalizará desde el mismo punto en dos direcciones opuestas con el fin de que las espirales de los tramos se correspondan.

Para el tendido, la bobina estará siempre elevada y sujeta por un barrón y gatos de potencia apropiada al peso de la misma.

### **Tendido de cables en zanja**

Los cables deben ser siempre desarrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre pendiente que el radio de curvatura del cable deber ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado.

Cuando los cables se tiendan a mano, los hombres estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede canalizar mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable, al que se habrá adoptado una cabeza apropiada, y con un esfuerzo de tracción por mm<sup>2</sup> de conductor que no debe sobrepasar el que indique el fabricante del mismo. En cualquier caso el esfuerzo no será superior a 4 kg/mm<sup>2</sup> en cables trifásicos y a 5 kg/mm<sup>2</sup> para cables unipolares, ambos casos con conductores de cobre. Cuando se trate de aluminio deben reducirse a la mitad.

## **TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T**

### **AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA**

---

Será imprescindible la colocación de dinamómetro para medir dicha tracción mientras se tiende.

El tendido se hará obligatoriamente sobre rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no puedan dañar el cable. Se colocarán en las curvas los rodillos de curva precisos de forma que el radio de curvatura no sea menor de veinte veces el diámetro del cable.

Durante el tendido del cable se tomarán precauciones para evitar al cable esfuerzos importantes, así como que sufra golpes o rozaduras.

No se permitirá desplazar el cable, lateralmente, por medio de palancas u otros útiles, sino que se deberá hacer siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, en casos muy específicos y siempre bajo la vigilancia del Supervisor de la Obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0 grados centígrados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

La zanja, en toda su longitud, deberá estar cubierta con una capa de 10 cm de arena fina en el fondo, antes de proceder al tendido del cable.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta, sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con la capa de 15 cm. de arena fina y la protección de rasilla.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables se canalicen para ser empalmados, si están aislados con papel impregnado, se cruzarán por lo menos un metro, con objeto de sanear las

## TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

### AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

puntas y si tienen aislamiento de plástico el cruzamiento será como mínimo de 50 cm.

Las zanjas, una vez abiertas y antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas, al terminar los trabajos, en la misma forma en que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la oficina de control de obras y a la empresa correspondiente, con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte de la Contrata, tendrá las señas de los servicios públicos, así como su número de teléfono, por si tuviera, el mismo, que llamar comunicando la avería producida.

Si las pendientes son muy pronunciadas, y el terreno es rocoso e impermeable, se está expuesto a que la zanja de canalización sirva de drenaje, con lo que se originaría un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso, si es un talud, se deberá hacer la zanja al bies, para disminuir la pendiente, y de no ser posible, conviene que en esa zona se lleve la canalización entubada y recibida con cemento.

Cuando dos o más cables de M.T. discurren paralelos entre dos subestaciones, centros de reparto, centros de transformación, etc., deberán señalizarse debidamente, para facilitar su identificación en futuras aperturas de la zanja utilizando para ello cada metro y medio, cintas adhesivas de colores distintos para cada circuito, y en fajas de anchos diferentes para cada fase si son unipolares. De todos modos al ir separados sus ejes 20 cm. mediante un ladrillo o rasilla colocado de canto a lo largo de toda la zanja, se facilitará el

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

reconocimiento de estos cables que además no deben cruzarse en todo el recorrido entre dos C.T.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares de media tensión formando ternas, la identificación es más dificultosa y por ello es muy importante el que los cables o mazos de cables no cambien de posición en todo su recorrido como acabamos de indicar.

Además se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Cada metro y medio serán colocados por fase una vuelta de cinta adhesiva y permanente, indicativo de la fase 1, fase 2 y fase 3 utilizando para ello los colores normalizados cuando se trate de cables unipolares.
- Por otro lado, cada metro y medio envolviendo las tres fases, se colocarán unas vueltas de cinta adhesiva que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos, salvo indicación en contra del Supervisor de Obras. En el caso de varias ternas de cables en mazos, las vueltas de cinta citadas deberán ser de colores distintos que permitan distinguir un circuito de otro.
- Cada metro y medio, envolviendo cada conductor de MT tripolar, serán colocadas unas vueltas de cinta adhesivas y permanente de un color distinto para cada circuito, procurando además que el ancho de la faja sea distinto en cada uno.

### **Tendido de cables en tubulares**

Cuando el cable se tienda a mano o con cabrestantes y dinamómetro, y haya que pasar el mismo por un tubo, se facilitará esta operación mediante una cuerda, unida a la extremidad del cable, que llevará incorporado un dispositivo de manga tira cables, teniendo cuidado de que el esfuerzo de tracción sea lo más débil posible, con el fin de evitar alargamiento de la funda de plomo, según se ha indicado anteriormente.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

Se situará un hombre en la embocadura de cada cruce de tubo, para guiar el cable y evitar el deterioro del mismo o rozaduras en el tramo del cruce.

Los cables de media tensión unipolares de un mismo circuito, pasarán todos juntos por un mismo tubo dejándolos sin encintar dentro del mismo.

Nunca se deberán pasar dos cables trifásicos de media tensión por un tubo.

En aquellos casos especiales que a juicio del Supervisor de la Obra se instalen los cables unipolares por separado, cada fase pasará por un tubo y en estas circunstancias los tubos no podrán ser nunca metálicos.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el proyecto, o en su defecto donde indique el Supervisor de Obra.

Una vez tendido el cable, los tubos se tapanán perfectamente con cinta de yute Pirelli Tupir o similar, para evitar el arrastre de tierras, roedores, etc., por su interior y servir a la vez de almohadilla del cable. Para ello se sierra el rollo de cinta en sentido radial y se ajusta a los diámetros del cable y del tubo quitando las vueltas que sobren.

### **Tendido de cables en galería**

Los cables en galería se colocarán en palomillas, ganchos u otros soportes adecuados.

Antes de empezar el tendido se decidirá el sitio donde va a colocarse el nuevo cable para que no se interfiera con los servicios ya establecidos.

En los tendidos en galería serán colocadas las cintas de señalización ya indicadas y las palomillas o soportes deberán distribuirse de modo que puedan

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

aguantar los esfuerzos electrodinámicos que posteriormente pudieran presentarse.

### **6.2.8 EMPALMES**

Se ejecutarán los tipos denominados reconstruidos indicados en el proyecto, cualquiera que sea su aislamiento: papel impregnado, polímero o plástico.

Para su confección se seguirán las normas dadas por el Director de Obra o en su defecto las indicadas por el fabricante del cable o el de los empalmes.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en no romper el papel al doblar las venas del cable, así como en realizar los baños de aceite con la frecuencia necesaria para evitar coqueas. El corte de los rollos de papel se hará por rasgado y no con tijera, navaja, etc.

En los cables de aislamiento seco, se prestará especial atención a la limpieza de las trazas de cinta semiconductoras pues ofrecen dificultades a la vista y los efectos de una deficiencia en este sentido pueden originar el fallo del cable en servicio.

### **6.2.9 BOTELLAS TERMINALES**

Se utilizará el tipo indicado en el proyecto, siguiendo para su confección las normas que dicte el Director de Obra o en su defecto el fabricante del cable o el de las botellas terminales.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en las soldaduras, de forma que no queden poros por donde pueda pasar humedad, así como en el relleno de las botellas, realizándose éste con calentamiento previo de la botella terminal y de forma que la pasta rebase por la parte superior.

# **TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T**

## **AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA**

---

Asimismo, se tendrá especial cuidado en el doblado de los cables de papel impregnado, para no rozar el papel, así como en la confección del cono difusor de flujos en los cables de campo radial, prestando atención especial a la continuidad de la pantalla.

Se recuerdan las mismas normas sobre el corte de los rollos de papel, y la limpieza de los trozos de cinta semiconductoras dadas en el apartado anterior de Empalmes.

Se procurará que los soportes de las botellas terminales queden fijos en las paredes de los centros de transformación y tengan la debida resistencia mecánica para soportar el peso de los soportes, botellas terminales y cable. Así mismo, se procurará que queden completamente horizontales.

Antes de proceder a la ejecución de taladros, se comprobará la buena resistencia mecánica de las paredes, se realizará así mismo el replanteo para que una vez colocados los elementos queden bien sujetos sin estar forzados.

El material de agarre que se utilice será el apropiado para que las paredes no queden debilitadas y las palomillas soporten el esfuerzo necesario para cumplir la misión para la que se colocan.

## **7 CONDICIONES PARA LA OBRA CIVIL E INSTALACIÓN DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN**

### **7.1 OBRA CIVIL**

Las envolventes empleadas en la ejecución de este proyecto cumplirán las condiciones generales prescritas en el MIE-RAT 14, Instrucción Primera del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, en lo referente a su inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones, cuadros y pupitres de

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

control, celdas, ventilación, paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques. Señalización, sistemas contra incendios, alumbrados, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

### 7.1.1 APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen gas para cumplir dos misiones:

- Aislamiento: El aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro por efecto de riadas.

Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.

- Corte: El corte en gas resulta más seguro que el aire, debido a lo explicado para el aislamiento. Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad "in situ" del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

### 7.1.2 TRANSFORMADORES DE POTENCIA

El transformador o transformadores instalados en este Centro de Transformación serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la Memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cable ni otras aberturas al resto del Centro de Transformación, si estos son de maniobra interior (tipo caseta).

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

### 7.1.3 EQUIPOS DE MEDIDA

Al tratarse de un Centro para distribución pública, no se incorpora medida de energía en MT, por lo que esta se efectuará en las condiciones establecidas en cada uno de los ramales en el punto de derivación hacia cada cliente en BT, atendiendo a lo especificado en el Reglamento de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

#### **Puesta en servicio**

El personal encargado de realizar las maniobras estará debidamente autorizado y adiestrado.

Las maniobras se realizarán en el siguiente orden: primero se conectará el interruptor/seccionador de entrada, si lo hubiere. A continuación se conectará la aparamenta de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos a éste trabajando para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de MT, procederemos a conectar la red de BT.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

### **Separación de servicio**

Estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.

### **Mantenimiento**

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

Este mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

Las celdas tipo CGMcosmos de ORMAZABAL, empleadas en la instalación, no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su aparamenta interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

## **7.2 NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES**

Todos los materiales, aparatos, máquinas, y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas, y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales, y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

## **7.3 PRUEBAS REGLAMENTARIAS**

Las pruebas y ensayos a que serán sometidos los equipos y/o edificios una vez terminada su fabricación serán las que establecen las normas particulares de

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

cada producto, que se encuentran en vigor y que aparecen como normativa de obligado cumplimiento en el MIE-RAT 02.

### **7.4 CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD**

El centro deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

En el interior del centro no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Para la realización de las maniobras oportunas en el centro se utilizará banquillo, palanca de accionamiento, guantes, etc., y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

Antes de la puesta en servicio en carga del centro, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y debe disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas, y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben presentarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

# **TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T**

AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

## **7.5 CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN**

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

- Autorización administrativa de la obra.
- Proyecto firmado por un técnico competente.
- Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.
- Certificación de fin de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Conformidad por parte de la compañía suministradora.

## **7.6 LIBRO DE ÓRDENES**

Se dispondrá en este centro de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil del citado centro, incluyendo cada visita, revisión, etc.

## **8 CONDICIONES PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE REDES SUBTERRÁNEAS EN BAJA TENSIÓN**

### **8.1 OBJETO**

El presente Pliego de Condiciones tiene por objeto indicar las condiciones mínimas que se cumplirán en la ejecución de las obras de instalación de redes subterráneas en baja tensión.

### **8.2 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

Será responsabilidad del contratista la ejecución de los trabajos conforme la normativa vigente.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

### 8.2.1 TRAZADO

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajo las aceras o calzadas, evitando ángulos pronunciados. El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales.

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejen llaves para la contención del terreno. Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar.

### 8.2.2 APERTURA DE ZANJAS

Durante la ejecución de las obras, éstas estarán debidamente señalizadas de acuerdo con los condicionamientos de los Organismos afectados y Ordenanzas Municipales.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

Se procurará dejar un paso de 50 cm entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierras registros de gas, teléfono, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos y peatones, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial.

Las dimensiones mínimas de las zanjas serán las siguientes:

- Profundidad de 60 cm y anchura de 40 cm para canalizaciones de baja tensión bajo acera.
- Profundidad de 80 cm y anchura de 60 cm para canalizaciones de baja tensión bajo calzada.

### 8.2.3 CRUCES Y PARALELISMOS

Cuando al abrir calas de reconocimiento o zanjas para el tendido de nuevos cables aparezcan otros servicios se cumplirá lo indicado en la memoria del proyecto en cuanto a cruzamientos y paralelismos con otras instalaciones, teniendo en cuenta los siguientes requisitos:

- Se avisará a la empresa propietaria de los mismos. El encargado de la obra tomará las medidas necesarias, en el caso de que estos servicios queden al aire, para sujetarlos con seguridad de forma que no sufran ningún deterioro. Y en el caso en que haya que correrlos, para poder

## TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

### AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

ejecutar los trabajos, se hará siempre de acuerdo con la empresa propietaria de las canalizaciones. Nunca se deben dejar los cables suspendidos, por necesidad de la canalización, de forma que estén en tracción, con el fin de evitar que las piezas de conexión, tanto en empalmes como en derivaciones, puedan sufrir.

- Se establecerán los nuevos cables de forma que no se entrecrucen con los servicios establecidos, guardando, a ser posible, paralelismo con ellos.
- Se procurará que la distancia mínima entre servicios sea de 30 cm en la proyección horizontal de ambos.
- Cuando en la proximidad de una canalización existan soportes de líneas aéreas de transporte público, telecomunicación, alumbrado público, etc., el cable se colocará a una distancia mínima de 50 cm. de los bordes extremos de los soportes o de las fundaciones. Esta distancia pasará a 150 cm. cuando el soporte esté sometido a un esfuerzo de vuelco permanente hacia la zanja. En el caso en que esta precaución no se pueda tomar, se utilizará una protección mecánica resistente a lo largo de la fundación del soporte, prolongada una longitud de 50 cm a un lado y a otro de los bordes extremos de aquella con la aprobación del Supervisor de la Obra.
- Los cables de baja tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,10 m con los cables de baja tensión y 0,25 m con los cables de alta tensión. Cuando en una misma zanja se coloquen cables de baja tensión y media tensión, cada uno de ellos deberá situarse a la profundidad que le corresponda y llevará su correspondiente protección de arena y rasilla. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada. Se procurará que los cables de media tensión vayan colocados en el lado de la zanja más alejada de las viviendas y los de baja tensión en el lado de la zanja más próximo a las mismas.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

- En el paralelismo entre el cable de energía y conducciones metálicas enterradas se debe mantener en todo caso una distancia mínima en proyección horizontal de:
  - 0,50 m para gaseoductos.
  - 0,30 m para otras conducciones.
  
- Cuando las tomas de tierra de pararrayos de edificios importantes se encuentren bajo la acera, próximas a cables eléctricos en que las envueltas no están conectadas en el interior de los edificios con la bajada del pararrayos conviene tomar alguna de las precauciones siguientes:
  - Interconexión entre la bajada del pararrayos y las envueltas metálicas de los cables.
  - Distancia mínima de 0,50 m entre el conductor de toma de tierra del pararrayos y los cables o bien interposición entre ellos de elementos aislantes.

### 8.2.4 CANALIZACIONES

El cable deberá ir en el interior de tubos en los casos siguientes:

- Para el cruce de calles, caminos o carreteras con tráfico rodado.
- En las entradas de carruajes o garajes públicos.
- En los lugares en donde por diversas causas no debe dejarse tiempo la zanja abierta.
- En los sitios en donde esto se crea necesario por indicación del Proyecto o del Supervisor de la Obra.

Los trabajos de cruces, teniendo en cuenta que su duración es mayor que los de apertura de zanjas, empezarán antes, para tener toda la zanja a la vez, dispuesta para el tendido del cable.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

Estos cruces serán siempre rectos, y en general, perpendiculares a la dirección de la calzada.

Sobresaldrán en la acera, hacia el interior, unos 20 cm. del bordillo (debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación).

Los cruces de vías públicas o privadas se realizarán con tubos ajustándose a las siguientes condiciones:

- Se colocará en posición horizontal y recta y estarán hormigonados en toda su longitud.
- Deberá preverse para futuras ampliaciones uno o varios tubos de reserva dependiendo el número de la zona y situación del cruce (en cada caso se fijará el número de tubos de reserva).
- Los extremos de los tubos en los cruces llegarán hasta los bordillos de las aceras, debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación.
- En las salidas, el cable se situará en la parte superior del tubo, cerrando los orificios con yeso.
- Siempre que la profundidad de zanja bajo la calzada sea inferior a 60 cm en el caso de B.T. se utilizarán chapas o tubos de hierro u otros dispositivos que aseguren una resistencia mecánica equivalente, teniendo en cuenta que dentro del mismo tubo deberán colocarse las tres fases y neutro.

El diámetro de los tubos se ajustará a lo indicado en la memoria del proyecto. Su colocación y la sección mínima de hormigonado responderán a lo indicado en los planos.

Estarán recibidos con cemento y hormigonados en toda su longitud. Cuando por imposibilidad de hacer la zanja a la profundidad normal los cables estén situados a menos de 80 cm de profundidad, se dispondrán en vez de tubos de

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

fibrocemento ligero, tubos metálicos o de resistencia análoga para el paso de cables por esa zona, previa conformidad del Supervisor de Obra.

Los tubos vacíos, ya sea mientras se ejecuta la canalización o que al terminarse la misma se quedan de reserva, deberán taparse con rasilla y yeso, dejando en su interior un alambre galvanizado para guiar posteriormente los cables en su tendido.

Se debe evitar posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

En los tramos rectos, cada 15 ó 20 m, según el tipo de cable, para facilitar su tendido se dejarán calas abiertas de una longitud mínima de 3 m. en las que se interrumpirá la continuidad del tubo. Una vez tendido el cable estas calas se taparán cubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento o dejando arquetas fácilmente localizables para ulteriores intervenciones, según indicaciones del Supervisor de Obras.

Para hormigonar los tubos se procederá del modo siguiente: Se echa previamente una solera de hormigón bien nivelada de unos 8 cm de espesor sobre la que se asienta la primera capa de tubos separados entre sí unos 4 cm. procediéndose a continuación a hormigonarlos hasta cubrirlos enteramente. Sobre esta nueva solera se coloca la segunda capa de tubos, en las condiciones ya citadas, que se hormigona igualmente en forma de capa. Si hay más tubos se procede como ya se ha dicho, teniendo en cuenta que, en la última capa, el hormigón se vierte hasta el nivel total que deba tener.

### 8.2.5 ARQUETAS DE REGISTRO

En los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillo, siendo sus dimensiones las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90º y aún éstos se limitarán a los indispensables.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

En general los cambios de dirección se harán con ángulos grandes. Como norma general, en alineaciones superiores a 40 m. serán necesarias las arquetas intermedias que promedien los tramos de tendido y que no estén distantes entre sí más de 40 m.

Las arquetas sólo estarán permitidas en aceras o lugares por las que normalmente no debe haber tránsito rodado; si esto excepcionalmente fuera imposible, se reforzarán marcos y tapas.

En la arqueta, los tubos quedarán a unos 25 cm. por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable los tubos se taponarán con yeso de forma que el cable queda situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo.

La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura. Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia.

Si las arquetas no son registrables se cubrirán con los materiales necesarios para evitar su hundimiento. Sobre esta cubierta se echará una capa de tierra y sobre ella se reconstruirá el pavimento.

### **8.2.6 TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLE**

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado; asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde el camión o remolque.

Cuando se desplace la bobina por tierra rodándola, habrá que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

Las bobinas no deben almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de empezar el tendido del cable se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el tendido. En el caso de suelo con pendiente es preferible realizar el tendido en sentido descendente.

Para el tendido de la bobina estará siempre elevada y sujeta por barra y gatos adecuados al peso de la misma y dispositivos de frenado.

### **8.2.7 TENDIDO DE CABLES**

Este apartado incluye las operaciones necesarias para la instalación de los conductores, comprendiendo la preparación de las bobinas, desenrollado, tendido, protección mecánica y señalización.

Para ello se describen las operaciones siguientes:

#### **Preparación de las bobinas de cables**

El transporte, carga y descarga, de las bobinas se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central del carrete. Bajo ningún retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

Las bobinas deben almacenarse al abrigo de la humedad, no deben descargarse ni depositarse en lugares donde el polvo (arena, cemento, carbón) o cualquier otro cuerpo extraño puedan deteriorar el aislamiento, debiéndose tapar las puntas de los cables con capuchones para evitar la penetración de humedad. Las bobinas no deben almacenarse sobre suelo blando.

El desplazamiento de la bobina por rodadura sobre el suelo se hará en el sentido indicado sobre el carrete con una flecha, esto evita que se afloje y deteriore el cable enrollado en la misma.

Con objeto de facilitar el tendido del conductor se estudiará el emplazamiento más adecuado para colocar la bobina, en el caso de suelo en pendiente se colocará para que el desenrollado y tendido se realice en sentido descendente.

La bobina se situará en posición elevada, sujeta con barra y gatos adecuados al peso de la misma y con dispositivos de frenado.

### **Tendido e instalación del conductor**

El tendido e instalación del conductor se realizará por personal especializado.

Antes de proceder al tendido del cable se realizará una inspección visual de la zanja para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables y con una capa de arena fina en el fondo, de 5 cm de espesor mínimo, cubriendo la anchura total de la zanja.

Los cables deben ser siempre desenrollados e instalados con el mayor cuidado, evitando cualquier desperfecto tal como torsión, formación de bucles, aplastamiento o rotura de los cables o de los alambres, rozadura de los cables contra el suelo o contra cualquier objeto abrasivo, desgarrón del aislamiento, etc, teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido y superior a 10 veces su diámetro

## **TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T**

### **AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA**

---

una vez instalado. En todo caso el radio de curvatura del cable no debe ser inferior a los valores mínimos fijados por los fabricantes o, en su defecto, a los indicados en las Normas de la serie UNE 20435.

Se verificará en el curso de la operación de desenrollado que el cable está completamente intacto, eliminando cualquier parte que presente deterioro.

La operación de tendido puede ser realizada manualmente o mediante cabrestantes, en este segundo procedimiento se hará tirando del extremo del cable, al que se le habrá adaptado una cabeza apropiada, con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no debe superar el indicado por el fabricante del mismo. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción.

El tendido se hará desenrollando el cable obligatoriamente sobre rodillos situados en el interior de la zanja, que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen al cable. Solo de manera excepcional se autorizara desenrollar el cable fuera de la zanja.

No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas u otros útiles; deberá hacerse siempre a mano.

No se permitirá hacer el tendido del cable cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados centígrados, debido a la rigidez que toma el aislamiento.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares se colocará una sujeción que agrupe las tres fases y el neutro y los mantenga unidos, como máximo, cada metro y medio.

Cuando los cables que se canalicen vayan a ser empalmados se solaparán al menos en una longitud de 0,50 m.

## **TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T**

### **AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA**

---

Si las pendientes son muy pronunciadas y el terreno es rocoso e impermeable se corre el riesgo de que la zanja de canalización sirva de drenaje, originando un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables, en este caso el tramo afectado se deberá entubar y asegurar la canalización con hormigón.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y, si esto no fuera posible, se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el proyecto.

Una vez tendido el cable, los tubos, incluidos los de reserva, se taponarán con obturadores adecuados o productos selladores no combustibles ni emisores de gases tóxicos.

Si con motivo de las obras de canalización aparecen instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos en las mismas condiciones en que se encontraban inicialmente.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 15 cm de arena fina.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

#### **8.2.8 EMPALMES**

La confección de empalmes se realizará mediante manguitos de aluminio adecuados a la sección de los cables a conectar.

En los conductores de aluminio se utilizará la compresión mediante matrices con punzonado profundo escalonado.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

Finalmente se aislarán mediante un recubrimiento que aporte un nivel de aislamiento, como mínimo, igual al del cable, utilizando manguitos termorretráctiles o, en caso de presencia de gas, manguitos contráctiles en frío.

### **8.2.9 BOTTELLAS TERMINALES**

Se utilizarán terminales de aluminio macizo estañado adecuados a la sección de los cables a conectar.

La conexión del terminal al cable se hará con engastado mediante punzonado profundo escalonado y la conexión del terminal a la instalación fija se efectuará a presión por tornillería.

Finalmente se aplicará un recubrimiento mediante cintas que aporte un nivel de aislamiento como mínimo igual al del cable y que, además, evite la penetración de humedad en la unión y la corrosión.

### **8.2.10 SEÑALIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN**

Todo cable o conjunto de cables debe estar señalado por una cinta de atención de acuerdo con la Recomendación UNESA 0205 colocada como mínimo a 0,20 m. por encima del ladrillo. Cuando los cables o conjuntos de cables de categorías de tensión diferentes estén superpuestos, debe colocarse dicha cinta encima de cada uno de ellos.

Los cables deberán llevar marcas que se indiquen el nombre del fabricante, el año de fabricación y sus características.

### **8.2.11 CIERRE DE ZANJAS**

Una vez colocadas al cable las protecciones señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de excavación apisonada, debiendo realizarse

## **TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T**

### **AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA**

---

los veinte primeros centímetros de forma manual, y para el resto deberá usarse apisonado mecánico.

El cierre de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de 10 cm. de espesor, las cuales serán apisonada y regadas si fuese necesario, con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno.

El Contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiente realización de esta operación y, por lo tanto, serán de su cuenta las posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

La carga y transporte a vertederos de las tierras sobrantes está incluida en la misma unidad de obra que el cierre de las zanjas con objeto de que el apisonado sea lo mejor posible.

#### **8.2.12 REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS**

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Deberá lograrse una homogeneidad de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción por piezas nuevas si está compuesto por losas, adoquines, etc.

En general se utilizarán materiales nuevos salvo las losas de piedra, adoquines, bordillos de granito y otros similares.

#### **8.3 MATERIALES**

Los materiales empleados en la instalación serán entregados por el Contratista siempre que no se especifique lo contrario.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Director de Obra. Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Director de Obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones.

Los cables instalados serán los que figuran en el Proyecto y deberán estar de acuerdo con las Recomendaciones UNESA y las Normas UNE correspondientes.

### **8.4 RECEPCIÓN DE OBRA**

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones. Esta verificación se realizará por cuenta del Contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones, el Contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la obra.

En la recepción de la instalación se incluirá la medición de la conductividad de las tomas de tierra y las pruebas de aislamiento según la forma establecida en la Norma UNE relativa a cada tipo de cable.

El Director de Obra contestará por escrito al Contratista, comunicando su conformidad a la instalación o condicionando su recepción a la modificación de los detalles que estime susceptibles de mejora.

# **ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

## ÍNDICE

1 OBJETO .....	4
2 DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA USO DE LOS TRABAJORES .....	4
2.1. INTRODUCCIÓN .....	4
2.2 OBLIGACIÓN DEL EMPRESARIO .....	5
2.3 DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO .....	6
2.4 DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO MÓVILES .....	11
2.5 DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA ELEVACIÓN DE CARGAS .....	11
2.6 DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS Y MAQUINARIA PESADA EN GENERAL .....	12
2.7 DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LA MAQUINARIA HERRAMIENTA .....	14
3 RIESGOS DE LOS TRABAJOS .....	16
3.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS Y CIMENTACIONES .....	16
3.1.1 EXCAVACIÓN .....	16
3.1.2 CIMENTACIÓN .....	18
3.1.3 HORMIGONADO .....	20
3.1.4 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO .....	23
3.1.5 FORJADOS Y CUBIERTAS .....	25
3.1.6 TRABAJOS DE ALBAÑILERÍA .....	26
3.1.7 MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS .....	28
3.1.8 TRANSPORTE DE MATERIAL .....	32
3.1.9 ACABADOS .....	33

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

3.1.10 TRABAJOS PRÓXIMOS A ELEMENTOS EN TENSIÓN .....	35
3.1.11 COLOCACIÓN DE SOPORTES Y EMBARRADOS .....	37
3.1.12 MONTAJE DE CELDAS PREFABRICADAS O APARAMENTA, TRANSFORMADORES DE POTENCIA Y CUADROS DE B.T. ....	38
3.1.13 OPERACIONES DE PUESTA EN TENSIÓN .....	39
3.2 MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL .....	40
3.3 DISPOSICIONES ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA .....	43
4. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD .....	43
4.1 INTRODUCCIÓN .....	43
4.2 OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO .....	44
4.3 PRINCIPALES EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL .....	44
4.3.1 PROTECTORES DE LA CABEZA .....	44
4.3.2 PROTECTORES DE MANO Y BRAZO .....	44
4.3.3 PROTECTORES DE PIES Y PIERNAS .....	45
4.3.4 PROTECTORES DEL CUERPO .....	45
4.3.5 EQUIPOS ADICIONALES DE PROTECCIÓN PARA TRABAJOS EN LA PROXIMIDAD DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN .....	45

### 1 OBJETO

El RD 1627/1997, de 24 de octubre, establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. Más concretamente en su artículo 4, establece la obligatoriedad de elaborar un estudio de seguridad y salud en los proyectos de obras donde se cumpla alguno de los siguientes supuestos:

- El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.759,08 €.
- La duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- El volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas-

En los proyectos de obras en los cuáles no se incluya alguno de los supuestos anteriores, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud.

En este proyecto se cumplen los cuatro supuestos, por lo que es de obligado cumplimiento la redacción de un estudio de seguridad y salud.

## 2 DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA USO DE LOS TRABAJORES

### 2.1. INTRODUCCIÓN

El Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Entendiéndose equipo de trabajo como cualquier máquina, aparato o instalación utilizado en el trabajo.

### **2.2 OBLIGACIÓN DEL EMPRESARIO**

El empresario adoptará las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos.

Para la elección de los equipos de trabajo el empresario deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- Las condiciones y características específicas del trabajo a desarrollar.
- Los riesgos existentes para la seguridad y salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.
- En su caso, las adaptaciones necesarias para su utilización por trabajadores discapacitados.

Adoptará las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en unas condiciones adecuadas. Todas las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo se realizará tras haber parado o desconectado el equipo. Estas operaciones deberán ser encomendadas al personal especialmente capacitado para ello.

El empresario deberá garantizar que los trabajadores reciban una formación e información adecuadas a los riesgos derivados de los equipos de trabajo. La

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

información, suministrada preferentemente por escrito, deberá contener, como mínimo, las indicaciones relativas a:

- Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.
- Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.

### **2.3 DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO**

Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y, cuando corresponda, estar indicados con una señalización adecuada.

Los órganos de accionamiento deberán estar situados fuera de las zonas peligrosas, salvo, si fuera necesario, en el caso de determinados órganos de accionamiento, y de forma que su manipulación no pueda ocasionar riesgos adicionales. No deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.

Si fuera necesario, el operador del equipo deberá poder cerciorarse desde el puesto de mando principal de la ausencia de personas en las zonas peligrosas. Si esto no fuera posible, la puesta en marcha deberá ir siempre precedida automáticamente de un sistema de alerta, tal como una señal de advertencia acústica o visual. El trabajador expuesto deberá disponer del tiempo y de los medios suficientes para sustraerse rápidamente de los riesgos provocados por la puesta en marcha o la detención del equipo de trabajo.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

Los sistemas de mando deberán ser seguros y elegirse teniendo en cuenta los posibles fallos, perturbaciones y los requerimientos previsibles, en las condiciones de uso previstas.

La puesta en marcha de un equipo de trabajo solamente se podrá efectuar mediante una acción voluntaria sobre un órgano de accionamiento previsto a tal efecto.

Lo mismo ocurrirá para la puesta en marcha tras una parada, sea cual fuere la causa de esta última, y para introducir una modificación importante en las condiciones de funcionamiento (por ejemplo, velocidad, presión, etc.), salvo si dicha puesta en marcha o modificación no presentan riesgo alguno para los trabajadores expuestos o son resultantes de la secuencia normal de un ciclo automático.

Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad. Cada puesto de trabajo estará provisto de un órgano de accionamiento que permita parar en función de los riesgos existentes, o bien todo el equipo de trabajo o bien una parte del mismo solamente, de forma que dicho equipo quede en situación de seguridad. La orden de parada del equipo de trabajo tendrá prioridad sobre las órdenes de puesta en marcha. Una vez obtenida la parada del equipo de trabajo o de sus elementos peligrosos, se interrumpirá el suministro de energía de los órganos de accionamiento de que se trate.

Si fuera necesario en función de los riesgos que presente un equipo de trabajo y del tiempo de parada normal, dicho equipo deberá estar provisto de un dispositivo de parada de emergencia.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.

Si fuera necesario para la seguridad o salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estar estabilizados por fijación o por otros medios. Los equipos de trabajo cuya utilización prevista requiera que los trabajadores se sitúen sobre ellos deberán disponer de los medios adecuados para garantizar que el acceso y permanencia en esos equipos no suponga un riesgo para su seguridad y salud. En particular, salvo en el caso de las escaleras de mano y de los sistemas utilizados en las técnicas de acceso y posicionamiento mediante cuerdas, cuando exista un riesgo de caída de altura de más de dos metros, los equipos de trabajo deberán disponer de barandillas o de cualquier otro sistema de protección colectiva que proporcione una seguridad equivalente. Las barandillas deberán ser resistentes, de una altura mínima de 90 centímetros y, cuando sea necesario para impedir el paso o deslizamiento de los trabajadores o para evitar la caída de objetos, dispondrán, respectivamente, de una protección intermedia y de un rodapiés.

Las escaleras de mano, los andamios y los sistemas utilizados en las técnicas de acceso y posicionamiento mediante cuerdas deberán tener la resistencia y los elementos necesarios de apoyo o sujeción, o ambos, para que su utilización en las condiciones para las que han sido diseñados no suponga un riesgo de caída por rotura o desplazamiento. En particular, las escaleras de tijera dispondrán de elementos de seguridad que impidan su apertura al ser utilizadas.

En los casos en que exista riesgo de estallido o de rotura de elementos de un equipo de trabajo que pueda afectar significativamente a la seguridad o a la salud de los trabajadores deberán adoptarse las medidas de protección adecuadas.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgos de accidente por contacto mecánico deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas o que detengan las maniobras peligrosas antes del acceso a dichas zonas. Los resguardos y los dispositivos de protección:

- Serán de fabricación sólida y resistente.
- No ocasionarán riesgos suplementarios.
- No deberá ser fácil anularlos o ponerlos fuera de servicio.
- Deberán estar situados a suficiente distancia de la zona peligrosa.
- No deberán limitar más de lo imprescindible o necesario la observación del ciclo de trabajo.
- Deberán permitir las intervenciones indispensables para la colocación o la sustitución de las herramientas, y para los trabajos de mantenimiento, limitando el acceso únicamente al sector en el que deba realizarse el trabajo sin desmontar, a ser posible, el resguardo o el dispositivo de protección.

Las zonas y puntos de trabajo o de mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deban realizarse.

Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.

Los dispositivos de alarma del equipo de trabajo deberán ser perceptibles y comprensibles fácilmente y sin ambigüedades.

Todo equipo de trabajo deberá estar provisto de dispositivos claramente identificables que permitan separarlo de cada una de sus fuentes de energía.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

El equipo de trabajo deberá llevar las advertencias y señalizaciones indispensables para garantizar la seguridad de los trabajadores.

Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores contra los riesgos de incendio, de calentamiento del propio equipo o de emanaciones de gases, polvos, líquidos, vapores u otras sustancias producidas, utilizadas o almacenadas por éste. Los equipos de trabajo que se utilicen en condiciones ambientales climatológicas o industriales agresivas que supongan un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores, deberán estar acondicionados para el trabajo en dichos ambientes y disponer, en su caso, de sistemas de protección adecuados, tales como cabinas u otros.

Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para prevenir el riesgo de explosión, tanto del equipo de trabajo como de las sustancias producidas, utilizadas o almacenadas por éste.

Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto con la electricidad. En cualquier caso, las partes eléctricas de los equipos de trabajo deberán ajustarse a lo dispuesto en la normativa específica correspondiente.

Todo equipo de trabajo que entrañe riesgos por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos.

Los equipos de trabajo para el almacenamiento, trasiego o tratamiento de líquidos corrosivos o a alta temperatura deberán disponer de las protecciones adecuadas para evitar el contacto accidental de los trabajadores con los mismos.

Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos. Sus mangos o empuñaduras

deberán ser de dimensiones adecuadas, sin bordes agudos ni superficies resbaladizas, y aislantes en caso necesario.

### **2.4 DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO MÓVILES**

Los equipos con trabajadores transportados deberán evitar el contacto de éstos con ruedas y orugas y el aprisionamiento por las mismas. Para ello dispondrán de una estructura de protección que impida que el equipo de trabajo incline más de un cuarto de vuelta o una estructura que garantice un espacio suficiente alrededor de los trabajadores transportados cuando el equipo pueda inclinarse más de un cuarto de vuelta. No se requerirán estas estructuras de protección cuando el equipo de trabajo se encuentre estabilizado durante su empleo.

Las carretillas elevadoras deberán estar acondicionadas mediante la instalación de una cabina para el conductor, una estructura que impida que la carretilla vuelque, una estructura que garantice que, en caso de vuelco, quede espacio suficiente para el trabajador entre el suelo y determinadas partes de dicha carretilla y una estructura que mantenga al trabajador sobre el asiento de conducción en buenas condiciones.

Los equipos de trabajo automotores deberán contar con dispositivos de frenado y parada, con dispositivos para garantizar una visibilidad adecuada y con una señalización acústica de advertencia. En cualquier caso, su conducción estará reservada a los trabajadores que hayan recibido una información específica.

### **2.5 DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA ELEVACIÓN DE CARGAS**

Deberán estar instalados firmemente, teniendo presente la carga que deban levantar y las tensiones inducidas en los puntos de suspensión o de fijación. En

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

cualquier caso, los aparatos de izar estarán equipados con limitador del recorrido del carro y de los ganchos, los motores eléctricos estarán provistos de limitadores de altura y del peso, los ganchos de sujeción serán de acero con "pestillos de seguridad" y los carriles para desplazamiento estarán limitados a una distancia de 1 m de su término mediante topes de seguridad de final de carrera eléctricos.

Deberá figurar claramente la carga nominal.

Deberán instalarse de modo que se reduzca el riesgo de que la carga caiga en picado, se suelte o se desvíe involuntariamente de forma peligrosa. En cualquier caso, se evitará la presencia de trabajadores bajo las cargas suspendidas. Caso de ir equipadas con cabinas para trabajadores deberá evitarse la caída de éstas, su aplastamiento o choque.

Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas, quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los 60 km/h.

### **2.6 DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS Y MAQUINARIA PESADA EN GENERAL**

Las máquinas para los movimientos de tierras estarán dotadas de faros de marcha hacia adelante y de retroceso, servofrenos, freno de mano, bocina automática de retroceso, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco y antiimpactos y un extintor.

Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

Durante el tiempo de parada de las máquinas se señalizará su entorno con "señales de peligro", para evitar los riesgos por fallo de frenos o por atropello durante la puesta en marcha.

Si se produjese contacto con líneas eléctricas el maquinista permanecerá inmóvil en su puesto y solicitará auxilio por medio de las bocinas. De ser posible el salto sin riesgo de contacto eléctrico, el maquinista saltará fuera de la máquina sin tocar, al unísono, la máquina y el terreno.

Antes del abandono de la cabina, el maquinista habrá dejado en reposo, en contacto con el pavimento (la cuchilla, cazo, etc.), puesto el freno de mano y parado el motor extrayendo la llave de contacto para evitar los riesgos por fallos del sistema hidráulico.

Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán limpios de gravas, barros y aceite, para evitar los riesgos de caída.

Se prohíbe el transporte de personas sobre las máquinas para el movimiento de tierras, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos.

Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes (taludes o terraplenes) a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la máquina.

Se señalizarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.

Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m. del borde de la excavación (como norma general).

# **TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T**

## **AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA**

---

No se debe fumar cuando se abastezca de combustible la máquina, pues podría inflamarse. Al realizar dicha tarea el motor deberá permanecer parado.

Se prohíbe realizar trabajos en un radio de 10 m entorno a las máquinas de hinca, en prevención de golpes y atropellos.

Las cintas transportadoras estarán dotadas de pasillo lateral de visita de 60 cm de anchura y barandillas de protección de éste de 90 cm de altura. Estarán dotadas de encauzadores antidesprendimientos de objetos por rebose de materiales. Bajo las cintas, en todo su recorrido, se instalarán bandejas de recogida de objetos desprendidos.

Los compresores serán de los denominados "silenciosos" en la intención de disminuir el nivel de ruido. La zona dedicada para la ubicación del compresor quedará acordonada en un radio de 4 m. Las mangueras estarán en perfectas condiciones de uso, es decir, sin grietas ni desgastes que puedan producir un reventón.

Cada tajo con martillos neumáticos, estará trabajado por dos cuadrillas que se turnarán cada hora, en prevención de lesiones por permanencia continuada recibiendo vibraciones. Los pisones mecánicos se guiarán avanzando frontalmente, evitando los desplazamientos laterales. Para realizar estas tareas se utilizará faja elástica de protección de cintura, muñequeras bien ajustadas, botas de seguridad, cascos antirruído y una mascarilla con filtro mecánico recambiable.

### **2.7 DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LA MAQUINARIA HERRAMIENTA**

Las máquinas-herramienta estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento y sus motores eléctricos estarán protegidos por la carcasa.

## TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

### AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

Las que tengan capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.

Las que se utilicen en ambientes inflamables o explosivos estarán protegidas mediante carcasas antideflagrantes. Se prohíbe la utilización de máquinas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o de ventilación insuficiente.

Se prohíbe trabajar sobre lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y los eléctricos.

Para todas las tareas se dispondrá una iluminación adecuada, en torno a 100 lux.

En prevención de los riesgos por inhalación de polvo, se utilizarán en vía húmeda las herramientas que lo produzcan.

Las mesas de sierra circular, cortadoras de material cerámico y sierras de disco manual no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros del borde de los forjados, con la excepción de los que estén claramente protegidos (redes o barandillas, petos de remate, etc). Bajo ningún concepto se retirará la protección del disco de corte, utilizándose en todo momento gafas de seguridad antiproyección de partículas. Como normal general, se deberán extraer los clavos o partes metálicas hincadas en el elemento a cortar.

Con las pistolas fija-clavos no se realizarán disparos inclinados, se deberá verificar que no hay nadie al otro lado del objeto sobre el que se dispara, se evitará clavar sobre fábricas de ladrillo hueco y se asegurará el equilibrio de la persona antes de efectuar el disparo.

Para la utilización de los taladros portátiles y rozadoras eléctricas se elegirán siempre las brocas y discos adecuados al material a taladrar, se evitará realizar

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

taladros en una sola maniobra y taladros o rozaduras inclinadas a pulso y se tratará no recalentar las brocas y discos.

Las pulidoras y abrillantadoras de suelos, lijadoras de madera y alisadoras mecánicas tendrán el manillar de manejo y control revestido de material aislante y estarán dotadas de aro de protección antiatrapamientos o abrasiones.

### 3 RIESGOS DE LOS TRABAJOS

A la hora de analizar los riesgos presentes en la ejecución de las obras, los dividiremos en diferentes especialidades, en los cuáles se definirán los riesgos más comunes y las medidas preventivas que se deberán adoptar.

#### 3.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS Y CIMENTACIONES

##### 3.1.1 EXCAVACIÓN

Los principales riesgos asociados a esta actividad son:

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos desprendidos.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes por objetos o herramientas.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas.
- Sobreesfuerzos.
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Contactos eléctricos.
- Exposición al ruido.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Choque contra objetos inmóviles.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

Las medidas de prevención a aplicar serán:

- Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.
- En caso de ser necesario, se colocará vallado perimetral de obra alrededor de la misma.
- Se prohibirá trabajar o permanecer observando dentro del radio de acción del brazo de una máquina para el movimiento de tierras.
- En los trabajos de excavación en general se adoptarán las precauciones necesarias para evitar derrumbamientos, según la naturaleza y condiciones del terreno y forma de realizar los trabajos.
- Todas las excavaciones de obra se señalizarán en todo su perímetro con el fin de evitar caídas a distinto nivel. Cuando la profundidad de la excavación sea superior a 2 metros, se deberá proteger mediante el uso de barandillas con suficiente rigidez y estabilidad.
- En caso de presencia de agua en la obra, se procederá de inmediato a su achique, en prevención de alteraciones del terreno que repercutan en la estabilidad de las excavaciones.
- Cuando las zanjas o excavaciones tengan una profundidad superior a 1,5 metros y cuando por las características del terreno exista peligro de derrumbamiento, se llevará a cabo la entibación de la zanja y/o excavación, quedando prohibido llevar a cabo cualquier tipo de trabajo sin realizar esta operación previa.
- Se paralizarán los trabajos a realizar al pie de las entibaciones cuya garantía de estabilidad no sea firme u ofrezca dudas. En este caso, antes de realizar cualquier otro trabajo debe reforzarse o apuntalarse la entibación.
- Se prohibirán los trabajos en la proximidad de postes eléctricos, de telégrafo, etc, cuya estabilidad no quede garantizada antes del inicio de las tareas.
- Deberán eliminarse los árboles, arbustos y matorrales cuyas raíces hayan quedado al descubierto, mermando la estabilidad propia y del corte efectuado del terreno.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

- Las paredes de la excavación se controlarán cuidadosamente después de grandes lluvias o heladas, desprendimientos o cuando se interrumpa el trabajo por más de un día.
- En presencia de conducciones o servicios subterráneos imprevistos se paralizarán de inmediato los trabajos, dando aviso urgente a la dirección de la obra. Las tareas se reanudarán cuando la dirección de obra lo considere oportuno.
- Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno.
- No se apilarán materiales en zonas de tránsito, retirando los objetos que impidan el paso por las mismas.
- La circulación de vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de excavación no superior a los 4 metros.

Los equipos de protección individual a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos.
- Gafas de protección contra proyección de partículas.
- Mascarillas de protección para ambientes pulvígenos
- Guantes de trabajo
- Protecciones auditivas para el personal cuya exposición al ruido supere los niveles permitidos.
- Botas de seguridad con puntera reforzada

### 3.1.2 CIMENTACIÓN

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento
- Caída de objetos en manipulación
- Caída de objetos desprendidos
- Pisadas sobre objetos
- Golpes por objetos o herramientas

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

- Proyección de fragmentos o partículas
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos
- Sobreesfuerzos
- Exposición al ruido

Las medidas de prevención a aplicar serán:

- Antes del inicio de los trabajos se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o desplazamientos del terreno.
- Se deberá revisar el estado de las zanjas a intervalos regulares en aquellos casos en los que puedan recibir empujes por proximidad de caminos transitados por vehículos y en especial si en la proximidad se establecen tajos con uso de martillos neumáticos, compactaciones por vibración o paso de maquinaria para el movimiento de tierras.
- Cuando la profundidad de la zanja o excavación sea igual o superior a los dos metros, se protegerán los bordes de coronación mediante una barandilla reglamentaria situada a una distancia mínima de 2 metros del borde.
- Se dispondrán pasarelas de madera de 60 centímetros de anchura, bordeados con barandillas sólidas de 90 centímetros de altura y una protección que impida el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos sobre personas.
- Mientras se está realizando el vertido del hormigón, se vigilarán los encofrados y se reforzarán los puntos débiles. En caso de fallo, lo más recomendable es parar el vertido y no reanudarlo hasta que el comportamiento del encofrado sea el requerido.
- Las zonas de trabajo dispondrán de acceso fácil y seguro, y se mantendrán en todo momento limpias y ordenadas, tomándose las medidas necesarias para que el suelo no esté o no resulte peligroso.
- Si los trabajos requieren iluminación, se efectuará mediante torretas aisladas con toma de tierra en las que se instalarán proyectores de intemperie alimentados a través de un cuadro eléctrico general de la obra.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

- Si los trabajos requieren iluminación portátil, ésta se realizará mediante lámparas a 24 voltios. Los portátiles estarán provistos de rejilla protectora, carcasa y mango aislados eléctricamente.
- Los pozos de cimentación y zanjas estarán correctamente señalizados para evitar caídas a distinto nivel del personal de obra.
- La circulación de vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de cimentación no superior a los 4 metros.
- Las herramientas de mano se llevarán enganchadas con mosquetón, para evitar el riesgo de caídas de las mismas a otro nivel.
- Todas las máquinas accionadas eléctricamente tendrán sus correspondientes protecciones a tierra e interruptores diferenciales, manteniendo en buen estado todas las conexiones y cables.
- Las conexiones eléctricas se efectuarán mediante mecanismos estancos de intemperie.
- Se prohíbe situar a los operarios detrás de los camiones hormigoneras durante el retroceso.
- Se instalará un cable de seguridad amarrado a puntos sólidos en el que enganchar el mosquetón del arnés de seguridad en los tajos de riesgo de caída en altura.

Los equipos de protección individual a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Gafas de protección contra proyección de partículas
- Mascarillas de protección para ambientes pulvígenos
- Guantes de trabajo
- Guantes de goma para el trabajo con el hormigón
- Botas de seguridad con puntera y plantilla reforzada en acero.
- Protecciones auditivas para el personal cuya exposición al ruido supere los niveles permitidos
- Ropa de protección para el mal tiempo

### 3.1.3 HORMIGONADO

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Pisadas sobre objetos
- Golpes por objetos o herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Atrapamiento por vuelco de maquinaria o vehículos
- Sobreesfuerzos
- Exposición a sustancias nocivas (dermatosis, por contacto de la piel con el cemento, neuroconiosis, por la aspiración del polvo del cemento)

Las medidas de prevención a aplicar serán:

- Vertido directo mediante canaleta:
  - Previamente al inicio del vertido del hormigón, directamente con el camión hormigonera, se instalarán fuertes topes en el lugar donde haya de quedar situado el camión, siendo conveniente no estacionarlo en rampas con pendientes fuertes, para evitar posibles vuelcos. Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigonera a menos de 2 metros de la excavación.
  - Los operarios nunca se situarán detrás de los vehículos en maniobras de marcha atrás que, por otra parte, siempre deberán ser dirigidos desde fuera del vehículo.
  - Tampoco se situarán en el lugar del hormigonado hasta que el camión hormigonera no esté situado en posición de vertido.
  - Se instalarán barandillas sólidas al frente de la excavación protegiendo el tajo de vía de la canaleta.
  - Se colocarán escaleras reglamentarias para facilitar el paso seguro del personal encargado de montar, desmontar y realizar trabajos con la canaleta de vertido de hormigón por taludes hasta los cimientos.
  - La maniobra de vertido será dirigida por el encargado que vigilará que no se realicen maniobras inseguras.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

- Vertido mediante bombeo:
  - El equipo encargado del manejo de la bomba de hormigón estará especializado en la realización de este tipo de trabajos.
  - La tubería de la bomba de hormigonado se apoyará sobre caballetes, arriostrándose las partes susceptibles de movimiento.
  - La manguera terminal de vertido será gobernada por un mínimo de dos operarios, para evitar caídas por movimiento incontrolado de la misma.
  - Antes del inicio del hormigonado de una determinada superficie, se establecerá un camino de tablones seguro sobre los que se apoyarán los operarios que gobiernen el vertido de la manguera.
  - El manejo del montaje y desmontaje de la tubería de la bomba de hormigonado será dirigido por un operario especialista para evitar accidentes por tapones y sobrepresiones internas.
  - Antes de iniciar el bombeo del hormigón se deberá preparar el conducto enviando masas de mortero de dosificación, para evitar los atoramientos o tapones.
  - Se prohíbe introducir o accionar la pelota de limpieza sin antes instalar la redcilla de recogida a la salida de la manguera tras el recorrido total del circuito.
  - En caso de detención de la bola, se paralizará la máquina, se reducirá la presión a cero y se desmontará a continuación la tubería.
  - Los operarios amarrarán la manguera terminal antes de iniciar el paso de la pelota de limpieza a elementos sólidos, apartándose del lugar antes de iniciarse el proceso.
  - Se revisarán periódicamente los circuitos de aceite de la bomba de hormigón, cumpliendo el libro de mantenimiento, que será presentado a requerimiento de la dirección.
  - Todas las máquinas accionadas eléctricamente tendrán sus correspondientes protecciones a tierra e interruptores diferenciales, manteniendo en buen estado todas las conexiones y cables.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

- Las conexiones eléctricas se efectuarán mediante mecanismos estancos de intemperie.
- Siempre que resulte obligado realizar trabajos simultáneos en diferentes niveles superpuestos, se protegerá a los operarios situados en niveles inferiores, con redes viseras o elementos de protección equivalentes que impidan que estos sean alcanzados por objetos que puedan caer desde niveles superiores.
- Las zonas de trabajo dispondrán de acceso fácil y seguro, y se mantendrán en todo momento limpias y ordenadas, tomándose las medidas necesarias para que el piso no esté o resulte peligroso.

Los equipos de protección individual a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Gafas de protección contra la proyección de partículas
- Guantes de trabajo
- Botas de goma para el trabajo con el hormigón.
- Botas de seguridad con puntera y plantilla reforzada en acero
- Ropa de protección para el mal tiempo

### 3.1.4 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Pisadas sobre objetos
- Golpes/Cortes por objetos o herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Derrumbamientos

Las medidas de prevención a aplicar serán:

- Los encofrados sólo se podrán montar o desmontar bajo vigilancia, control y dirección de una persona competente.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

- Los encofrados, los soportes temporales y los apuntalamientos deberán proyectarse, calcularse, montarse y mantenerse de manera que puedan soportar sin riesgo las cargas a que sean sometidas.
- El acopio de madera, tanto nueva como usada, así como de encofrados metálicos, deberá ocupar el menor espacio posible, estando debidamente clasificada y no estorbando en los accesos y zonas de paso.
- Se advertirá del riesgo de caída a distinto nivel al personal que deba caminar sobre el entablado.
- Se recomienda evitar pisar por los tableros excesivamente alabeados, que deberán desecharse de inmediato antes de su utilización.
- Se recomienda caminar apoyando los pies en dos tableros diferentes a la vez, es decir, sobre juntas.
- El desprendimiento de los tableros se ejecutará mediante uña metálica, realizando la operación desde una zona ya desencofrada.
- No se podrá dar por terminada la operación de desencofrar un tablón, mientras en el mismo sigan quedando clavos o puntas.
- Los clavos existentes en la madera ya usada, se sacarán inmediatamente después del desencofrado, retirando lo que pudiera haber quedado suelto por el suelo mediante barrido y apilado.
- Concluido el desencofrado, se apilarán los tableros ordenadamente para su transporte sobre las bateas emplintadas, sujetas con sogas atadas.
- Las herramientas de mano se llevarán enganchadas con mosquetón o se empleará una bolsa portaherramientas.
- Los puntales metálicos deformados se retirarán del uso sin intentar enderezarlos para su reutilización.

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Gafas de protección contra ambientes pulvígenos
- Gafas de protección contra impactos
- Guantes de trabajo

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

- Botas de seguridad con puntera, plantilla reforzada en acero y suela antideslizante
- Ropa de trabajo para el mal tiempo

### 3.1.5 FORJADOS Y CUBIERTAS

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento
- Caída de objetos en manipulación
- Pisadas sobre objetos
- Golpes/Cortes por objetos o herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Atrapamiento por vuelco de maquinaria o vehículos
- Sobreesfuerzos

Las medidas de prevención a aplicar serán:

- El izado de vigas prefabricadas se realizará suspendiendo la carga de dos puntos de forma que la carga permanezca estable.
- Los huecos del forjado permanecerán siempre tapados para evitar el riesgo de caídas a distinto nivel.
- El acceso a la cubierta y plantas superiores, si existiesen, se llevará a cabo mediante el uso de escaleras de mano, que sobresaldrán un metro por encima del punto de apoyo de las mismas.
- Las herramientas de mano se llevarán enganchadas con mosquetón o se empleará una bolsa portaherramientas.
- Todos los huecos de la planta se encontrarán protegidos con barandillas de material rígido, de una altura mínima de 90 centímetros y dispondrán de protecciones que impidan el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos a diferentes niveles.
- Para trabajos en cubierta con riesgo de caídas a distinto nivel se deberá proteger todo el perímetro de la misma mediante el uso de barandillas

## **TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T**

### **AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA**

---

rígidas con listón superior a 90 cm, intermedio a 45cm y rodapiés a 15 cm, y se instalará una línea de vida a la que permanecerán permanentemente amarrados los operarios mediante el uso del arnés de seguridad.

- Se prohíbe concentrar cargas de hormigón en un sólo punto. El vertido se realizará extendiendo el hormigón con suavidad, sin descargas bruscas y en superficies amplias.

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Gafas de protección contra la proyección de partículas
- Guantes de trabajo
- Botas de seguridad con puntera, plantilla reforzada en acero y suela antideslizante
- Arnés de sujeción, cuerdas o cables salvavidas
- Cinturón de banda ancha de cuero para protección de las vértebras dorso lumbares
- Ropa de protección para el mal tiempo

#### **3.1.6 TRABAJOS DE ALBAÑILERÍA**

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Caída de objetos desprendidos
- Pisadas sobre objetos
- Golpes/Cortes por objetos o herramientas
- Sobreesfuerzos
- Contactos eléctricos
- Proyección de fragmentos o partículas

Las medidas de prevención a aplicar son:

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

- Se comprobará al comienzo de cada jornada el estado de los medios auxiliares que van a ser utilizados en los trabajos.
- Los tajos estarán convenientemente iluminados. De no ser así se instalarán fuentes de luz adicionales, con rejilla de protección y una tensión de alimentación de 24 voltios.
- Las operaciones de carga, descarga y traslado, ya sea manual, como mecánicamente, se realizarán siguiendo las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.
- Los medios auxiliares serán instalados siguiendo las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.
- Se pondrá especial atención en la utilización de las herramientas cortantes. No obstante, se seguirán las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.
- El lugar de trabajo se mantendrá ordenado, limpio y señalizado en todo momento, así como el lugar destinado al almacenamiento de materiales.
- Cuando se vaya a proceder a la colocación de peldaños o rodapiés en las escaleras, se acotarán los pisos inferiores de las zonas donde se esté trabajando, para evitar que circule nadie por lugares con riesgo de caída de objetos.
- Las máquinas herramientas seguirán las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Gafas de protección contra ambientes pulvígenos
- Gafas de protección contra la proyección de fragmento o partículas
- Guantes de trabajo
- Botas de seguridad con puntera, plantilla reforzada en acero y suela antideslizante
- Bolsa portaherramientas
- Ropa de trapajo para el mal tiempo

### 3.1.7 MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS

Se entenderá por manipulación manual de cargas cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores, así como el levantamiento, colocación, empuje, tracción o desplazamiento, que por sus características o condiciones ergonómicas inadecuadas entrañe riesgos, particularmente dorso-lumbares, para los trabajadores.

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Pisadas sobre objetos
- Choque contra objetos inmóviles
- Golpes por objetos o herramientas
- Sobreesfuerzos

Medidas de prevención a aplicar

- Para levantar una carga hay que aproximarse a ella. El centro de gravedad del operario deberá estar lo más próximo que sea posible y por encima del centro de gravedad de la carga.
- El equilibrio imprescindible para levantar una carga correctamente, sólo se consigue si los pies están bien situados:
  - Enmarcando la carga
  - Ligeramente separados
  - Ligeramente adelantado uno respecto del otro.
- Técnica segura del levantamiento:
  - Situar el peso cerca del cuerpo.
  - Mantener la espalda plana.
  - No doblar la espalda mientras levanta la carga.
  - Usar los músculos más fuertes, como son los de los brazos, piernas y muslos.

## TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

### AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

- Coger mal un objeto para levantarlo provoca una contracción involuntaria de los músculos de todo el cuerpo. Para sentir mejor un objeto al cogerlo, lo correcto es hacerlo con la palma de la mano y la base de los dedos. Para cumplir este principio y tratándose de objetos pesados, se puede, antes de cogerlos, prepararlos sobre calzos para facilitar la tarea de meter las manos y situarlas correctamente.
- Las cargas deberán levantarse manteniendo la columna vertebral recta y alineada.
- Para mantener la espalda recta se deberán “meter” ligeramente los riñones y bajar ligeramente la cabeza.
- El arquear la espalda entraña riesgo de lesión en la columna, aunque la carga no sea demasiado pesada.
- La torsión del tronco, sobre todo si se realiza mientras se levanta la carga, puede igualmente producir lesiones.
- En este caso, es preciso descomponer el movimiento en dos tiempos: primero levantar la carga y luego girar todo el cuerpo moviendo los pies a base de pequeños desplazamientos. O bien, antes de elevar la carga, orientarse correctamente en la dirección de marcha que luego tomaremos, para no tener que girar el cuerpo.
- Se utilizarán los músculos de las piernas para dar el primer impulso a la carga que vamos a levantar. Para ello flexionaremos las piernas, doblando las rodillas, sin llegar a sentarnos en los talones, pues entonces resulta difícil levantarse (el muslo y la pantorrilla deben formar un ángulo de más de 90°).
- Los músculos de las piernas deberán utilizarse también para empujar un vehículo, un objeto, etc.
- En la medida de lo posible, los brazos deberán trabajar a tracción simple, es decir, estirados. Los brazos deberán mantener suspendida la carga, pero no elevarla.
- La carga se llevará de forma que no impida ver lo que tenemos delante de nosotros y que estorbe lo menos posible al andar de forma natural.

## TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

### AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

- En el caso de levantamiento de un bidón o una caja, se conservará un pie separado hacia atrás, con el fin de poderse retirar rápidamente en caso de que la carga bascule.
- Para transportar una carga, ésta deberá mantenerse pegada al cuerpo, sujetándola con los brazos extendidos, no flexionados.
- Este proceder evitará la fatiga inútil que resulta de contraer los músculos del brazo, que obliga a los bíceps a realizar un esfuerzo de quince veces el peso que se levanta.
- La utilización del peso de nuestro propio cuerpo para realizar tareas de manutención manual permitirá reducir considerablemente el esfuerzo a realizar con las piernas y brazos.
- El peso del cuerpo puede ser utilizado:
  - Empujando para desplazar un móvil (carretilla por ejemplo), con los brazos extendidos y bloqueados para que nuestro peso se transmita íntegro al móvil.
  - Tirando de una caja o un bidón que se desea tumbar, para desequilibrarlo.
  - Resistiendo para frenar el descenso de una carga, sirviéndonos de nuestro cuerpo como contrapeso.
- En todas estas operaciones deberá ponerse cuidado en mantener la espalda recta.
- Para levantar una caja grande del suelo, el empuje deberá aplicarse perpendicularmente a la diagonal mayor, para que la caja pivote sobre su arista.
- Si el ángulo formado por la dirección de empuje y la diagonal es mayor de  $90^\circ$ , lo que conseguimos hacer será deslizar a la caja hacia adelante, pero nunca levantarla.
- Para depositar en un plano inferior algún objeto que se encuentre en un plano superior, se aprovechará su peso y nos limitaremos a frenar su caída.

## TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

### AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

- Para levantar una carga que luego va a ser depositada sobre el hombro, deberán encadenarse las operaciones, sin pararse, para aprovechar el impulso que hemos dado a la carga para despegarla del suelo.
- Las operaciones de manutención en las que intervengan varias personas deberán excluir la improvisación, ya que una falsa maniobra de uno de los portadores puede lesionar a varios.
- Deberá designarse un jefe de equipo que dirigirá el trabajo y que deberá a tender a:
  - La evaluación del peso de la carga a levantar para determinar el número de portadores precisos, el sentido del desplazamiento, el recorrido a cubrir y las dificultades que puedan surgir.
  - La determinación de las fases y movimientos de que se compondrá la maniobra.
  - La explicación a los portadores de los detalles de la operación (ademanes a realizar, posición de los pies, posición de las manos, agarre, hombro a cargar, cómo pasar bajo la carga, etc.)
  - La situación de los portadores en la posición de trabajo correcta, reparto de la carga entre las personas según su talla (los más bajos delante en el sentido de la marcha).
- El transporte se deberá efectuar:
  - Estando el portador de detrás ligeramente desplazado con respecto al de delante, para facilitar la visibilidad de aquél.
  - A contrapié, (con el paso desfasado), para evitar las sacudidas de la carga.
  - Asegurando el mando de la maniobra; será una sola persona (el jefe de la operación), quién dé las órdenes preparatorias, de elevación y transporte.
- Se mantendrán libres de obstáculos y paquetes los espacios en los que se realiza la toma de cargas.
- Los recorridos, una vez cogida la carga, serán lo más cortos posibles.
- Nunca deberán tomarse las cajas o paquetes estando en situación inestable o desequilibrada.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

- Será conveniente preparar la carga antes de cogerla.
- Se aspirará en el momento de iniciar el esfuerzo.
- El suelo se mantendrá limpio para evitar el riesgo de caídas al mismo nivel.
- Si los paquetes o cargas pesan más de 50 Kg., aproximadamente, la operación de movimiento manual se realizará por dos operarios.
- En cada hora de trabajo deberá tomarse algún descanso o pausa.

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Guantes de trabajo
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorso-lumbares
- Botas de seguridad con puntera reforzada en acero y suela antideslizante
- Ropa de trabajo para el mal tiempo

### 3.1.8 TRANSPORTE DE MATERIAL

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Choque contra objetos móviles/inmóviles
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos
- Contactos eléctricos
- Exposición a ambientes pulvígenos.
- Atropellos o golpes con vehículos

Medidas de prevención a aplicar

- El vehículo de transporte sólo será utilizado por personal capacitado.
- No se transportarán pasajeros fuera de la cabina.
- Se subirá y bajará del vehículo de transporte de forma frontal.
- El conductor se limpiará el barro adherido al calzado, antes de subir al vehículo de transporte, para que no resbalen los pies sobre los pedales.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

- Los caminos de circulación interna de la obra se cuidarán en previsión de barrizales excesivos que mermen la seguridad de la circulación.
- La caja será bajada inmediatamente después de efectuada la descarga y antes de emprender la marcha.
- En todo momento se respetarán las normas marcadas en el código de circulación vial, así como la señalización de la obra.
- Si tuviera que parar en rampa, el vehículo quedará frenado y calzado con topes.
- La velocidad de circulación estará en consonancia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.
- Durante las operaciones de carga, el conductor permanecerá, o bien dentro de la cabina, o bien alejado del radio de acción de la máquina que efectúe la misma.
- Cualquier operación de revisión con la caja levantada se hará impidiendo su descenso mediante enclavamiento.
- Las maniobras dentro del recinto de la obra se harán sin brusquedades, anunciando con antelación las mismas y auxiliándose del personal de obra.

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad (cuando abandonen la cabina)
- Mascarilla de protección contra ambientes pulvígenos
- Gafas de protección contra ambiente pulvígenos
- Guantes de trabajo
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorso-lumbares
- Botas de seguridad con puntera reforzada en acero y suela antideslizante
- Ropa de trabajo para el mal tiempo

### 3.1.9 ACABADOS

Los trabajos que comprenden esta fase de obra son aquellos relacionados con trabajos de carpintería, cerrajería, vidriería, solados, alicatados y revestimientos.

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Caída de objetos desprendidos
- Pisadas sobre objetos
- Golpes/Cortes por objetos o herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos
- Contactos eléctricos

Las medidas de prevención a aplicar son:

- Se comprobará el estado de los medios auxiliares empleados en los trabajos al comienzo de cada jornada.
- Los vidrios de grandes dimensiones se montarán con ayuda de ventosas.
- En las operaciones de almacenamiento, transporte y colocación, los vidrios se mantendrán en posición vertical.
- La colocación y montaje de los vidrios se realizará desde la parte interior de las estructuras de los edificios.
- Los fragmentos de vidrio o recortes realizados se retirarán inmediatamente de las inmediaciones del lugar de trabajo, así como de las zonas de paso.
- Los tajos estarán convenientemente iluminados. De no ser así se instalarán fuentes de luz adicionales, con rejilla de protección y una tensión de alimentación de 24 voltios.
- Las operaciones de carga, descarga y traslado, ya sea manual, como mecánicamente, se realizarán siguiendo las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.
- Los medios auxiliares serán instalados siguiendo las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.
- Se pondrá especial atención a la utilización de las herramientas cortantes. No obstante, se seguirán las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

- El lugar de trabajo se mantendrá limpio y señalizado, lo mismo que el destinado al corte de cristales, cerámica, etc y el lugar de almacenamiento de materiales.
- Cuando se vaya a proceder a la colocación de peldaños o rodapiés en las escaleras, se acotarán los pisos inferiores de las zonas donde se esté trabajando, para evitar que circule nadie por lugares con riesgo de caída de objetos.
- Las herramientas de corte se encontrarán en perfecto estado de mantenimiento.
- Las máquinas herramientas siguiendo las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Gafas de protección contra ambientes pulvígenos
- Gafas contra la proyección de fragmento o partículas
- Guantes de trabajo
- Guantes contra las agresiones de pinchazos o cortes para los cristaleros
- Guantes de goma contra las agresiones del cemento para los soldadores
- Botas de seguridad con puntera, plantilla reforzada en acero y suela antideslizante
- Ropa de trapajo para el mal tiempo
- Bolsa portaherramientas para el material

### 3.1.10 TRABAJOS PRÓXIMOS A ELEMENTOS EN TENSIÓN

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Contactos eléctricos directos
- Contactos eléctricos indirectos
- Electrocutaciones
- Incendios

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

Medidas de prevención a aplicar:

- Todos los trabajos se realizarán según lo establecido en el Real Decreto 614/01, de 8 de Junio, y actualizaciones posteriores, sobre disposiciones mínimas para la protección de la seguridad y salud de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Se define como trabajador autorizado aquel el trabajador que ha sido autorizado por el empresario para realizar determinados trabajos con riesgo eléctrico, en base a su capacidad para hacerlos de forma correcta.
- Se define trabajador cualificado como el trabajador autorizado que posee conocimientos especializados en materia de instalaciones eléctricas, debido a su formación acreditada, profesional o universitaria, o a su experiencia certificada de dos o más años.
- Todo trabajo en las proximidades de líneas eléctricas o elementos en tensión será ordenado y dirigido por el jefe del trabajo (que será un trabajador cualificado), el cual será el responsable de que se cumplan las distancias de seguridad, y podrán ser realizados por trabajadores autorizados.
- Cuando se utilicen grúas o aparatos elevadores, se respetarán las distancias mínimas de seguridad, para evitar no sólo el contacto sino también la excesiva cercanía a líneas con tensión (según criterios del R.D. 614/2001, Anexo V, Trabajos en Proximidad). El personal que no opere estos equipos, permanecerá alejado de ellos.
- En trabajos en líneas, se colocarán tantos equipos de puesta a tierra y en cortocircuito como posibles fuentes de tensión confluyan en el lugar de trabajo, siendo estos equipos de Puesta a Tierra de características adecuadas a la tensión de la línea, según criterios del R.D. 614/2001.
- Es obligatorio el uso de equipos de protección adecuados al riesgo de cada trabajo, tales como: banquetas o alfombrillas aislantes, pértigas, guantes, casco, pantalla facial, herramienta aislada, así como cualquier otro elemento de protección, tanto individual como colectivo, homologado.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

- Cuando en la proximidad de los trabajos haya partes activas, se aislarán convenientemente mediante vainas, capuchones, mantas aisladas, etc... en todos los conductores, incluido el neutro.
- Mantener las distancias de seguridad para trabajar próximos a líneas eléctricas o elementos en tensión.
- Delimitar la zona de trabajo respecto a las zonas de peligro mediante la colocación de obstáculos o gálibos cuando exista el menor riesgo de que puedan ser invadidas, aunque sea sólo de forma accidental. Esta señalización se colocará antes de iniciar los trabajos.
- Informar a los trabajadores directa o indirectamente implicados, de los riesgos existentes, la situación de los elementos en tensión, los límites de la zona de trabajo y cuantas precauciones y medidas de seguridad deban adoptar para no invadir la zona de peligro, comunicándoles la necesidad de que ellos, a su vez, informen sobre cualquier circunstancia que muestre la insuficiencia de las medidas adoptadas.

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra arco eléctrico
- Guantes de trabajo
- Guantes dieléctricos para alta y baja tensión
- Gafas de protección o pantalla de protección facial contra arco eléctrico
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante

### 3.1.11 COLOCACIÓN DE SOPORTES Y EMBARRADOS

Los riesgos más frecuentes son:

- Caídas al distinto nivel.
- Choques o golpes.
- Proyección de partículas.
- Contacto eléctrico indirecto.

Las medidas preventivas a aplicar son:

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

- Verificar que las plataformas de trabajo son las adecuadas y que dispongan de superficies de apoyo en condiciones.
- Verificar que las escaleras portátiles disponen de los elementos antideslizantes.
- Disponer de iluminación suficiente.
- Dotar de las herramientas y útiles adecuados.
- Dotar de la adecuada protección personal para trabajos mecánicos y velar por su utilización.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

### **3.1.12 MONTAJE DE CELDAS PREFABRICADAS O APARAMENTA, TRANSFORMADORES DE POTENCIA Y CUADROS DE B.T.**

Los riesgos más frecuentes son:

- Atrapamientos contra objetos.
- Caídas de objetos pesados.
- Esfuerzos excesivos.
- Choques o golpes.

Las medidas de prevención a aplicar son:

- Verificar que nadie se sitúe en la trayectoria de la carga.
- Revisar los ganchos, grilletes, etc., comprobando si son los idóneos para la carga a elevar.
- Comprobar el reparto correcto de las cargas en los distintos ramales del cable.
- Dirigir las operaciones por el jefe del equipo, dando claramente las instrucciones que serán acordes con el R.D.485/1997 de señalización.
- Dar órdenes de no circular ni permanecer debajo de las cargas suspendidas.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

- Señalizar la zona en la que se manipulen las cargas.
- Verificar el buen estado de los elementos siguientes:
  - Cables, poleas y tambores
  - Mandos y sistemas de parada.
  - Limitadores de carga y finales de carrera.
  - Frenos.
- Dotar de la adecuada protección personal para manejo de cargas y velar por su utilización.
- Ajustar los trabajos estrictamente a las características de la grúa (carga máxima, longitud de la pluma, carga en punta contrapeso). A tal fin, deberá existir un cartel suficientemente visible con las cargas máximas permitidas.
- La carga será observada en todo momento durante su puesta en obra, bien por el señalista o por el enganchador.

### 3.1.13 OPERACIONES DE PUESTA EN TENSIÓN

Los riesgos más frecuentes son:

- Contacto eléctrico en A.T. y B.T.
- Arco eléctrico en A.T. y B.T.
- Elementos candentes.

Las medidas de prevención a aplicar son:

- Coordinar con la Empresa Suministradora definiendo las maniobras eléctricas necesarias.
- Abrir con corte visible o efectivo las posibles fuentes de tensión.
- Comprobar en el punto de trabajo la ausencia de tensión.
- Enclavar los aparatos de maniobra.
- Señalizar la zona de trabajo a todos los componentes de grupo de la situación en que se encuentran los puntos en tensión más cercanos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

### 3.2 MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL

Se establecerán a lo largo de la obra letreros divulgativos y señalización de los riesgos (vuelo, atropello, colisión, caída en altura, corriente eléctrica, peligro de incendio, materiales inflamables, prohibido fumar, etc), así como las medidas preventivas previstas (uso obligatorio del casco, uso obligatorio de las botas de seguridad, uso obligatorio de guantes, uso obligatorio de cinturón de seguridad, etc).

Se habilitarán zonas o estancias para el acopio de material y útiles (ferralla, perfilera metálica, piezas prefabricadas, carpintería metálica y de madera, vidrio, pinturas, barnices y disolventes, material eléctrico, aparatos sanitarios, tuberías, aparatos de calefacción y climatización, etc).

Se procurará que los trabajos se realicen en superficies secas y limpias, utilizando los elementos de protección personal, fundamentalmente calzado antideslizante reforzado para protección de golpes en los pies, casco de protección para la cabeza y cinturón de seguridad.

El transporte aéreo de materiales y útiles se hará suspendiéndolos desde dos puntos mediante eslingas, y se guiarán por tres operarios, dos de ellos guiarán la carga y el tercero ordenará las maniobras. El transporte de elementos pesados (sacos de aglomerante, ladrillos, arenas, etc) se hará sobre carretilla de mano y así evitar sobreesfuerzos.

Los andamios sobre borriquetas, para trabajos en altura, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a 60 cm (3 tablones trabados entre sí), prohibiéndose la formación de andamios mediante bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.

Se tenderán cables de seguridad amarrados a elementos estructurales sólidos en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad de los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

## TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

### AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

La distribución de máquinas, equipos y materiales en los locales de trabajo será la adecuada, delimitando las zonas de operación y paso, los espacios destinados a puestos de trabajo, las separaciones entre máquinas y equipos, etc.

El área de trabajo estará al alcance normal de la mano, sin necesidad de ejecutar movimientos forzados. Se vigilarán los esfuerzos de torsión o de flexión del tronco, sobre todo si el cuerpo están en posición inestable.

Se evitarán las distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte, así como un ritmo demasiado alto de trabajo. Se tratará que la carga y su volumen permitan asirla con facilidad.

Se recomienda evitar los barrizales, en prevención de accidentes.

Se debe seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar, manteniéndola en buen estado y uso correcto de ésta. Después de realizar las tareas, se guardarán en lugar seguro.

La iluminación para desarrollar los oficios convenientemente oscilará en torno a los 100 lux.

Es conveniente que los vestidos estén configurados en varias capas al comprender entre ellas cantidades de aire que mejoran el aislamiento al frío.

Empleo de guantes, botas y orejeras. Se resguardará al trabajador de vientos mediante apantallamientos y se evitará que la ropa de trabajo se empape de líquidos evaporables.

Si el trabajador sufriese estrés térmico se deben modificar las condiciones de trabajo, con el fin de disminuir su esfuerzo físico, mejorar la circulación de aire, apantallar el calor por radiación, dotar al trabajador de vestimenta adecuada (sombrero, gafas de sol, cremas y lociones solares), vigilar que la ingesta de

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

agua tenga cantidades moderadas de sal y establecer descansos de recuperación si las soluciones anteriores no son suficientes.

El aporte alimentario calórico debe ser suficiente para compensar el gasto derivado de la actividad y de las contracciones musculares.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada a las condiciones de humedad y resistencia de tierra de la instalación provisional).

Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.

El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales, así como el número máximo de personas que puedan estar presentes en ellos.

En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello.

### **3.3 DISPOSICIONES ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA**

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor designará un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, que será un técnico competente integrado en la dirección facultativa.

Cuando no sea necesaria la designación de coordinador, las funciones de éste serán asumidas por la dirección facultativa.

En aplicación del estudio básico de seguridad y salud, cada contratista elaborará un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio desarrollado en el proyecto, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

Antes del comienzo de los trabajos, el promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente.

## **4. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

### **4.1 INTRODUCCIÓN**

El Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

Se entiende por objeto de protección individual cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o su salud, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin.

### 4.2 OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO

El empresario estará obligado a:

- Determinar los puestos de trabajo en los que deba recurrirse a la protección individual.
- Elegir los equipos de protección individual, manteniendo disponible en la empresa o centro de trabajo la información pertinente a este respecto y facilitando información sobre cada equipo.
- Proporcionar gratuitamente a los trabajadores los equipos de protección individual que deban utilizar, reponiéndolos cuando resulte necesario.
- Velar por que la utilización de los equipos se realice adecuadamente.
- Asegurar el mantenimiento de los equipos.

### 4.3 PRINCIPALES EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

#### 4.3.1 PROTECTORES DE LA CABEZA

- Cascos de seguridad, no metálicos, clase N, aislados para baja tensión, con el fin de proteger a los trabajadores de los posibles choques, impactos y contactos eléctricos.
- Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección.
- Gafas de montura universal contra impactos y antipolvo.
- Mascarilla antipolvo con filtros protectores.
- Pantalla de protección para soldadura autógena y eléctrica.

#### 4.3.2 PROTECTORES DE MANO Y BRAZO

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Guantes de goma finos, para operarios que trabajen con hormigón.
- Guantes dieléctricos para B.T.
- Guantes de soldador.
- Muñequeras.
- Mango aislante de protección en las herramientas.

### 4.3.3 PROTECTORES DE PIES Y PIERNAS

- Calzado provisto de suela y puntera de seguridad contra las agresiones mecánicas.
- Botas dieléctricas para B.T.
- Botas de protección impermeables.
- Polainas de soldador.
- Rodilleras.

### 4.3.4 PROTECTORES DEL CUERPO

- Crema de protección y pomadas.
- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para protección de las agresiones mecánicas.
- Traje impermeable de trabajo.
- Cinturón de seguridad, de sujeción y caída, clase A.
- Fajas y cinturones antivibraciones.
- Pértiga de B.T.
- Banqueta aislante clase I para maniobra de B.T.
- Linterna individual de situación.
- Comprobador de tensión.

### 4.3.5 EQUIPOS ADICIONALES DE PROTECCIÓN PARA TRABAJOS EN LA PROXIMIDAD DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN

## TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

### AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

- Casco de protección aislante clase E-AT.
- Guantes aislantes clase IV.
- Banqueta aislante de maniobra clase II-B o alfombra aislante para A.T.
- Pértiga detectora de tensión (salvamento y maniobra).
- Traje de protección de menos de 3 kg, bien ajustado al cuerpo y sin piezas descubiertas eléctricamente conductoras de la electricidad.
- Gafas de protección.
- Insuflador boca a boca.
- Tierra auxiliar.
- Esquema unifilar.
- Placa de primeros auxilios.
- Placas de peligro de muerte y E.T.
- Material de señalización y delimitación (cintas, señales, etc).

# **PRESUPUESTO**

## ÍNDICE

1 RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN .....	3
2 TENSIÓN CENTROS DE TRANSFORMACIÓN .....	5
3 RED SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN.....	8
4 ALUMBRADO EXTERIOR .....	10
5 PRESUPUESTO TOTAL.....	12

**TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T**  
**AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA**

## 1 RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN

Uds.	Descripción del material	Cantidad	Precio unitario (€/ud)	Importe
<i>m<sup>3</sup></i>	<i>Excavación de zanjas para instalaciones.</i> Excavación de tierras a cielo abierto para formación de zanjas para instalaciones hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla blanda, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de parámetros y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga en el camión	116,50	16,93	1972,35
<i>m<sup>3</sup></i>	<i>Relleno de zanjas con tierra para instalaciones.</i> Formación de relleno principal de zanjas para instalaciones, con tierra seleccionada procedente de la propia excavación y compactación en tongadas sucesivas de 20 cm de espesor máximo con bandeja vibrante de guiado manual, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501 (ensayo no incluido en este precio). Incluso cinta o distintivo indicador de la instalación, carga, transporte y descarga a pie de tajo de los áridos a utilizar en los trabajos de relleno y humectación de los mismos.	33,29	6,44	214,39
<i>m</i>	<i>Instalación línea subterránea de distribución de baja tensión en canalización entubada bajo calzada.</i> Instalación de línea subterránea de distribución de baja tensión en canalización entubada bajo calzada. Se instala sobre solera de hormigón no estructural HNE-15/B/20 de 5 cm de espesor y posterior relleno con el mismo hormigón hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería, sin incluir la excavación ni el posterior relleno principal de las zanjas ni tubo ni los cables. Incluye hilo guía y cinta de señalización. Totalmente montada, conexiónada y probada.	49	16,67	816,83
<i>m</i>	<i>Línea subterránea de distribución de baja tensión directamente enterrada bajo acera.</i> Instalación de línea subterránea de distribución de baja tensión directamente enterrada colocados sobre cama o lecho de arena de 10 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de los cables, sin incluir la excavación ni el posterior relleno principal de las zanjas ni los cables. Incluye placa de protección y cinta de	439	13,63	5983,57

**TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T**  
**AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA**

	señalización. Totalmente montada, conexiónada y probada.			
<i>m</i>	<i>Conductores línea baja tensión.</i> Incluye: 3xCable unipolar RV, no propagador de la llama, con conductor de aluminio clase 2 de 240 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Según UNE 21123-4. 1xCable unipolar RV, no propagador de la llama, con conductor de aluminio clase 2 de 150 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Según UNE 21123-4.	1952	29,85	58267,20
<i>m</i>	<i>Tubo articulado diámetro 225 mm.</i> Tubo curvable corrugado de PVC, de 225 mm de diámetro nominal, aislante y no propagador de la llama, resistencia al impacto de 15 J, resistencia a compresión de 250 N, para canalizaciones enterradas.	439	6,74	2958,86
<i>Ud</i>	<i>Arqueta de conexión eléctrica.</i> Suministro y montaje de arqueta de conexión eléctrica, prefabricada de hormigón, sin fondo, registrable, de 60x60x60 cm de medidas interiores, con paredes rebajadas para la entrada de tubos, capaz de soportar una carga de 400 kN, con marco de chapa galvanizada y tapa de hormigón armado aligerado, de 69,5x68,5 cm, para arqueta de conexión eléctrica, capaz de soportar una carga de 125 kN. Incluso conexiones de tubos y remates. Completamente terminada, sin incluir la excavación ni el relleno del trasdós.	2	92,29	184,54
<i>Ud</i>	<i>Armario prefabricado monobloque modelo APL 50.</i> Se trata de un armario prefabricado monobloque más peana, con puerta metálica con capacidad para albergar una caja de medida, una caja de seccionamiento y equipo de media. Especificado en la Memoria. Incluye precio de montaje instalación, caja de seccionamiento, caja de protección 400BUC esquema 9 y equipo de medida.	13	4.726,00	61.438,00
<b>TOTAL</b>				<b>131.835,39</b>

**Total Red de Baja Tensión: 131.835,39 €**

**TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T**  
**AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA**

## 2 TENSIÓN CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

Uds.	Descripción del material	Cantidad	Precio unitario (€/ud)	Importe
Ud	<i>Edificio de Transformación: PFU-5/20</i> Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo PFU-5/20, de dimensiones generales aproximadas 6080 mm de largo por 2380 mm de fondo por 3045 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según CEI 622171-202, transporte, montaje y accesorios.	2	11.825,00	23.650,00
Ud	<i>Entrada/ Salida: CGMCOSMOS-L</i> Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión. Se incluye el montaje y conexión.	4	2.850,00	11.400,00
Ud	<i>Protección Transformador: CGMCOSMOS-P</i> Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión. Se incluyen el montaje y conexión.	4	3.725,00	14.900,00
Ud	<i>Puentes MT Transformador 1: Cables MT 12/20 kV</i> Cables MT 12/20 kV del tipo RHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x95 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.	2	1.175,00	2.350,00
Ud	<i>Puentes MT Transformador 2: Cables MT 12/20 kV</i> Cables MT 12/20 kV del tipo RHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x95 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR. En el otro extremo son del tipo enchufable recta y modelo K152SR.	2	1.175,00	2.350,00
Ud	<i>Transformador aceite 24 kV.</i> Transformador trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 630 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 9,5 - 16,455 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de +/- 5%, +/- 2,5%.	4	13.175,00	52.700,00
Ud	<i>Cuadros BT: CBTO</i> Cuadro de Baja Tensión Optimizado CBTO-C, con 8 salidas con fusibles salidas trifásicas con fusibles en bases ITV, y demás características descritas en la Memoria.	4	2.975,00	11.900,00

**TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T**  
**AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA**

<i>Ud</i>	<p><i>Puentes BT.</i>                  Juego de puentes de cables de BT, de sección y material Al (Polietileno Reticulado) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro de 3,0 m de longitud.</p>	4	1.050,00	4.200,00
<i>Ud</i>	<p><i>Tierras exteriores protección transformación: Anillo rectangular.</i>                  Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo. El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro.                  Características:                  · Geometría: Anillo rectangular                  · Profundidad: 0,5 m                  · Número de picas: cuatro                  · Longitud de picas: 2 metros                  · Dimensiones del rectángulo: 7,0x2,5m</p>	2	1.285,00	2.570,00
<i>Ud</i>	<p><i>Tierras Exteriores Serv Transformación: Picas alineadas.</i>                  Tierra de servicio o neutro del transformador. Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección.                  Características:                  · Geometría: Picas alineadas                  · Profundidad: 0,5 m                  · Número de picas: dos                  · Longitud de picas: 2 metros                  · Distancia entre picas: 3 metros</p>	2	630,00	1.260,00
<i>Ud</i>	<p><i>Tierras interiores protección transformación: Inst. interior tierras.</i>                  Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás apartada de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.</p>	2	925,00	1.850,00
<i>Ud</i>	<p><i>Tierras interiores servicio transformación: Inst. interior tierras.</i>                  Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.</p>	2	925,00	1.850,00
<i>Ud</i>	<p><i>Defensa transformador: Protección física transformador.</i>                  Protección metálica para defensa del transformador.</p>	4	233,00	932,00
<i>Ud</i>	<p><i>Iluminación: Equipo de iluminación.</i>                  Equipo de iluminación compuesto de:</p>	2	600,00	1.200,00

**TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T**  
**AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA**

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT.</li> <li>- Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.</li> </ul>			
<i>Ud</i>	<p><i>Maniobra de transformación: Equipo de seguridad y maniobra.</i></p> <p>Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Banquillo aislante</li> <li>- Par de guantes de amianto</li> <li>- Extintor de eficacia 89B</li> <li>- Una palanca de accionamiento</li> <li>- Armario de primeros auxilios</li> </ul>	2	700,00	1.400,00
<b>TOTAL</b>				<b>134.512,00</b>

**Total Centros de Transformación: 134.512,00 €**

### 3 RED SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN

Uds.	Descripción del material	Cantidad	Precio unitario (€/ud)	Importe
$m^3$	<i>Excavación de zanjas para instalaciones.</i> Excavación de tierras a cielo abierto para formación de zanjas para instalaciones hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla blanda, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el Proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión	657	16,93	11.123,00
$m^3$	<i>Relleno de zanjas con tierra para instalaciones.</i> Formación de relleno principal de zanjas para instalaciones, con tierra seleccionada procedente de la propia excavación y compactación en tongadas sucesivas de 20 cm de espesor máximo con bandeja vibrante de guiado manual, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501 (ensayo no incluido en este precio). Incluso cinta o distintivo indicador de la instalación, carga, transporte y descarga a pie de tajo de los áridos a utilizar en los trabajos de relleno y humectación de los mismos.	460	6,44	2.962,40
$m$	<i>Línea subterránea de 15 kV directamente enterrada bajo acera.</i> Suministro e instalación de línea subterránea de 15 kV directamente enterrada formada por 3 cables unipolares con conductor de aluminio, HEPRZ1 de 240 mm <sup>2</sup> de sección, colocados sobre cama o lecho de arena de 5 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de los cables, sin incluir la excavación ni el posterior relleno principal de las zanjas. Incluso placa de protección y cinta de señalización. Totalmente montada, conexionada y probada. No incluye cables.	580	19,54	11.333,20
$m$	<i>Línea subterránea de 15 kV en canalización entubada bajo calzada.</i> Suministro e instalación de línea subterránea de 15 kV en canalización entubada bajo calzada formada por 3 cables unipolares, con conductor de aluminio, HEPRZ1, de 240 mm <sup>2</sup> de sección y dos tubos protectores de polietileno de doble pared, de 225 mm de diámetro, resistencia a compresión mayor de 450 N, suministrado en rollo, colocado sobre solera de hormigón no estructural HNE-15/B/20 de 5 cm de espesor y	77	19,41	1.494,57

**TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T**  
**AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA**

	posterior relleno con el mismo hormigón hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería, sin incluir la excavación ni el posterior relleno principal de las zanjas. Incluso hilo guía y cinta de señalización. Totalmente montada, conexionada y probada. No incluye precio de cable y tubo.			
m	<i>Conductor línea media tensión.</i> 3xCable unipolar HEPRZ1, con conductor de aluminio clase 2 de 240 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de etileno propileno de alto módulo (HEPR), pantalla de corona de hilos de cobre y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 12/20 kV. Según UNE-HD 620-9E.	1314	73,62	96.736,68
m	<i>Tubo curvable de 160 mm.</i> Suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 160 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 450 N, resistencia al impacto 40 julios, con grado de protección IP 549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4.	154	8,27	1.273,58
<b>TOTAL</b>				<b>124.923,43</b>

**Total Red de Media Tensión: 124.923,43 €**

**TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T**  
**AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA**

## 4 ALUMBRADO EXTERIOR

Uds.	Descripción del material	Cantidad	Precio unitario (€/ud)	Importe
m	<i>Cableado para red subterránea de alumbrado público.</i> Suministro e instalación de cableado para red subterránea de alumbrado público, formado por cable tetrapolar de cobre y sección 6 mm <sup>2</sup> con aislamiento de PE, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Totalmente montado, conexionado y probado. L1: 298 m; L2: 294 m; L3: 634 m	1.226	5,77	7.074,00
m <sup>3</sup>	<i>Excavación de zanjas para instalaciones.</i> Excavación de tierras a cielo abierto para formación de zanjas para instalaciones hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla blanda, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el Proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión.	294,20	16,93	4.980,80
m <sup>3</sup>	<i>Relleno de zanjas con tierra para instalaciones.</i> Formación de relleno principal de zanjas para instalaciones, con tierra seleccionada procedente de la propia excavación y compactación en tongadas sucesivas de 20 cm de espesor máximo con bandeja vibrante de guiado manual, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501 (ensayo no incluido en este precio). Incluso cinta o distintivo indicador de la instalación, carga, transporte y descarga a pie de tajo de los áridos a utilizar en los trabajos de relleno y humectación de los mismos.	98	6,44	631,12
m	<i>Instalación línea subterránea de alumbrado en canalización entubada bajo calzada.</i> Instalación de línea subterránea de alumbrado en canalización entubada bajo calzada. Totalmente montada, conexionada y probada.	27	16,67	450,00
m	<i>Instalación línea subterránea de alumbrado en canalización entubada bajo acera.</i> Instalación de línea subterránea de alumbrado en canalización entubada bajo acera. Totalmente montada, conexionada y probada.	1.199	14,67	17.589,33
m	<i>Tubo curvable de 110 mm.</i> Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 110 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 250 N, con grado de protección IP 549 según UNE	1.226	4,21	5.161,46

**TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T**  
**AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA**

	20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4			
<i>Ud</i>	<i>Cuadro de alumbrado serie AMI hasta 15 kW.</i> Cuadro de alumbrado con hasta cuatro salidas especificado en la memoria. Incluye instalación, montaje y puesta en funcionamiento.	2	6.500,00	13.500,00
<i>Ud</i>	<i>Columna con luminaria.</i> Suministro y montaje de columna troncocónica de 10 m de altura, construida en chapa de acero galvanizado, provista de caja de conexión y protección, conductor interior para 0,6/1,0 kV, pica de tierra, arqueta de paso y derivación de 60x60 cm, provista de cerco y tapa de hierro fundido, anclaje mediante pernos a dado de cimentación realizado con hormigón en masa HM-20/P/20/I; luminaria decorativa con difusor de plástico y lámpara de vapor de sodio a alta presión de 70 vatios de potencia, forma troncopiramidal y acoplada al soporte. Incluso p/p de cimentación, accesorios, elementos de anclaje, equipo de encendido y conexionado. Totalmente instalada.	60	677,45	40.647,00
<i>Ud</i>	<i>Arqueta para cruce de calzada.</i> Suministro y montaje de arqueta de conexión eléctrica, prefabricada de hormigón, sin fondo, registrable, de 60x60 cm de medidas interiores, con paredes rebajadas para la entrada de tubos, capaz de soportar una carga de 400 kN, con marco de chapa galvanizada y tapa de hormigón armado aligerado, de 69,5x68,5 cm, para arqueta de conexión eléctrica, capaz de soportar una carga de 125 kN. Incluso conexiones de tubos y remates. Completamente terminada, sin incluir la excavación ni el relleno del trasdós, conexión eléctrica, capaz de soportar una carga de 125 kN. Incluso excavación mecánica y relleno del trasdós con material granular, conexiones de tubos y remates. Completamente terminada.	8	105,36	842,88
<i>Ud</i>	<i>Pica de puesta a tierra 2 metros cobre.</i> Pica de puesta a tierra de cobre de 2 metros de longitud. Incluye transporte, instalación y montaje.	12	21,81	261,72
<b>TOTAL</b>				<b>91.138,31</b>

**Total Red de Alumbrado: 91.138,31 €**

## 5 PRESUPUESTO TOTAL

1.- RED DE BAJA TENSIÓN	131.835,39 €
2.- CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	134.512,00 €
3.- RED DE MEDIA TENSIÓN	124.923,43 €
4.- ALUMBRADO EXTERIOR	91.138,31 €
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>482.409,12 €</b>
<i>GASTOS GENERALES (13 %)</i>	<i>62.713,18 €</i>
<i>BENEFICIO INDUSTRIAL (6 %)</i>	<i>28.944,37 €</i>
<b>IMPORTE TOTAL</b>	<b>574.063,67 €</b>
<i>IVA (21 %)</i>	<i>120.553,37 €</i>
<b>TOTAL PRESUPUESTO BASE LIQUIDACIÓN</b>	<b>694.617,04 €</b>

El presupuesto asciende a la cantidad de SEISCIENTOS NOVENTA Y CUATRO MIL SEISCIENTOS DIECISIETE con CUATRO CÉNTIMOS.

# **BIBLIOGRAFÍA**

## **NORMATIVA**

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 3275/1982 de 12 de noviembre, reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Centrales Eléctricas y Centros de Transformación. Correcciones de errores y modificaciones posteriores.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre sobre Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimiento de autorización de Instalaciones de Energía eléctrica
- Ley 54/1997 de 12 de diciembre de Reforma del Marco Normativo de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Y todas las actualizaciones que lo afectan.
- Real Decreto. 1627/1997, de 24 de octubre, sobre Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en obras de construcción. Modificaciones efectuadas por: Real Decreto 604/2006. Y todas las actualizaciones que lo afectan.
- Real Decreto 614/2001 de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Normas UNE.
- Normas particulares de la Empresa Distribuidora.
- Recomendaciones UNESA en vigor.

## **LIBROS DE CONSULTA**

# TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T

## AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA

---

- Simón Comín, P.; Garnacho Vecino, F.; Moreno Mohino, J y González Sanz, A., *Cálculo y diseño de líneas eléctricas de alta tensión*, Editorial Garceta
- Checa, L.M., *Líneas de transporte de energía*, Editorial Marcombo Boixareu
- Madrazo Maza A., *Apuntes de Sistemas de Potencia*.
- Madrazo Maza A., *Apuntes de Tecnología Eléctrica*.

### PÁGINAS WEB

- <http://mapas.cantabria.es/>
- <http://www.sican.es/>
- [http://www.insht.es/portal/site/Insht/menuitem.1f1a3bc79ab34c578c2e8884060961ca/?vgnnextoid=15c6fcd314cc5110VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD&vgnnextchannel=ff3cc6b33a9f1110VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD&nodoSel=2521ed158201a110VgnVCM100000d02350a\\_\\_\\_\\_&tab=tabConsultaIndice](http://www.insht.es/portal/site/Insht/menuitem.1f1a3bc79ab34c578c2e8884060961ca/?vgnnextoid=15c6fcd314cc5110VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD&vgnnextchannel=ff3cc6b33a9f1110VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD&nodoSel=2521ed158201a110VgnVCM100000d02350a____&tab=tabConsultaIndice)
- [http://www.f2i2.net/legislacionseguridadindustrial/rebt\\_guia.aspx](http://www.f2i2.net/legislacionseguridadindustrial/rebt_guia.aspx)
  
- <http://www.cantabria102municipios.com>
- [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/001a100/ntp\\_073.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/001a100/ntp_073.pdf)
- <http://www.sedecatastro.gob.es/>
- <http://www.atpiluminacion.com/atlas-plus.html>
- <https://www.arelsa.es/>
- <https://www.ormazabal.com/sites/default/files/descargas/IG-032-ES-04.pdf>
- <http://www.lighting.philips.es/prof/luminarias-de-exterior/alumbrado-publico-y-residencial/luminarias-publico-y-residencial/iridium/iridium-sgs252-452>
- [http://www.generadordeprecios.info/obra\\_nueva/Acondicionamiento\\_del\\_terreno/AD\\_Movimiento\\_de\\_tierras\\_en\\_edifi/Excavaciones/Excavacion\\_manual\\_a\\_cielo\\_abierto.html](http://www.generadordeprecios.info/obra_nueva/Acondicionamiento_del_terreno/AD_Movimiento_de_tierras_en_edifi/Excavaciones/Excavacion_manual_a_cielo_abierto.html)

**TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T**  
**AMPLIACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LAS MARISMAS DE SANTOÑA**

---

- [http://www.adelec-grc.com/Documents/Adelec\\_2011.pdf#page=13](http://www.adelec-grc.com/Documents/Adelec_2011.pdf#page=13)

**CATÁLOGOS**

- PRYSMIAN (Cables)
- GENERAL CABLE (Cables)
- ORMAZÁBAL (Centros de Transformación)

**PROGRAMAS**

- DIALux EVO
- AutoCAD 2017

**OTROS**

- Proyectos Tipo ENDESA
- Proyectos Tipo IBERDROLA