

# PROYECTO DE EJECUCIÓN

## LSMT, CT, RSBT

(Línea Subterránea de Media Tensión,  
Centro de Transformación y Red  
Subterránea de baja Tensión)

Nº EXPEDIENTE: 9031594203

---

PARCELA "UE-3" PARA RESIDENCIAL EN LA "RONDA DEL  
ÁGUILA" DEL PGOU DE TRES CANTOS (MADRID)

---

GRUPO DELTA S.A  
PROPIEDAD

---

TRES CANTOS. (MADRID)

---

**DAVID PERELLÓ GONZÁLEZ**  
INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL

**COLEGIADO Nº 14254**

---

REVISIÓN 1: NOVIEMBRE 2015



---

ead **AT**  
Ingenieros S.L





# INDICE



<b>1</b>	<b>MEMORIA.....</b>	<b>5</b>
<b>1.1</b>	<b>OBJETO DEL PROYECTO .....</b>	<b>6</b>
<b>1.2</b>	<b>SITUACIÓN.. .....</b>	<b>6</b>
<b>1.3</b>	<b>TITULAR INICIAL Y FINAL DE LA INSTALACIÓN .....</b>	<b>6</b>
<b>1.4</b>	<b>REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES.....</b>	<b>6</b>
<b>1.5</b>	<b>PREVISIÓN DE CARGAS .....</b>	<b>7</b>
<b>1.6</b>	<b>RED SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN .....</b>	<b>8</b>
1.6.1	PUNTO Y TENSIÓN DE SUMINISTRO.....	8
1.6.2	CABLES.....	8
1.6.3	CALCULOS .....	9
1.6.4	ZANJAS Y SISTEMAS DE ENTERRAMIENTO.....	13
1.6.5	PUESTA A TIERRA .....	18
<b>1.7</b>	<b>CENTRO DE TRANSFORMACIÓN .....</b>	<b>19</b>
1.7.1	ENVOLVENTE PREFABRICADA SUBTERRÁNEA.....	19
1.7.2	CELDA DE ALTA TENSIÓN.....	19
1.7.3	TRANSFORMADOR .....	19
1.7.4	CUADROS MODULARES DE B.T.....	20
1.7.5	FUSIBLES LIMITADORES DE ALTA TENSIÓN .....	20
1.7.6	INTERCONEXIÓN CELDA-TRAFO .....	20
1.7.7	INTERCONEXIÓN TRAFO-CUADRO DE B.T. ....	20
1.7.8	INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA .....	20
1.7.9	INSTALACIONES SECUNDARIAS .....	21
1.7.10	MEDIDAS DE SEGURIDAD .....	21
1.7.11	CALCULOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN .....	22
<b>1.8</b>	<b>RED SUBTERRÁNEA EN BAJA TENSIÓN. ....</b>	<b>34</b>
1.8.1	DISTRIBUCIÓN DE LA ENERGÍA.....	34
1.8.2	TENSIÓN DE SUMINISTRO.....	35
1.8.3	PREVISIÓN DE POTENCIA .....	35
1.8.4	DESCRIPCIÓN DE LA RED .....	35
1.8.5	CANALIZACIONES ENTUBADAS BAJO ACERA O ZONA VERDE.....	36
1.8.6	CANALIZACIONES EN CRUCES DE CALZADA .....	36
1.8.7	CRUZAMIENTOS .....	36

	<b>LSMT, CT, RSBT</b> PROYECTO DE EJECUCIÓN		 <b>VISADO</b> <small>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE MADRID</small>	CA295657
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 2 de 95		
TRANSMITIDO ELECTRÓNICAMENTE MEDIANTE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE 2CA				



1.8.8	ARMARIOS Y PEANAS.....	37
1.8.9	CONDUCTORES.....	38
1.8.10	PUESTA A TIERRA.....	38
1.8.11	CONTINUIDAD DEL NEUTRO.....	39
1.8.12	SERVIDUMBRE IMPUESTA POR LA INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA.....	39
1.8.13	CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN.....	39
<b>2</b>	<b>PRESUPUESTO.....</b>	<b>46</b>
<b>3</b>	<b>PLIEGO DE CONDICIONES.....</b>	<b>53</b>
<b>3.1</b>	<b>LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN .....</b>	<b>54</b>
3.1.1	CALIDAD DE LOS MATERIALES: CONDICIONES Y EJECUCIÓN.....	54
3.1.2	CONDUCTORES:.....	55
<b>3.2</b>	<b>CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....</b>	<b>73</b>
3.2.1	OBRA CIVIL.....	73
3.2.2	APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN.....	73
3.2.3	TRANSFORMADORES.....	75
3.2.4	NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	75
3.2.5	PRUEBAS REGLAMENTARIAS.....	76
3.2.6	CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.....	76
3.2.7	CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.....	77
3.2.8	LIBRO DE ÓRDENES.....	78
<b>3.3</b>	<b>RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN .....</b>	<b>78</b>
3.3.1	CAPÍTULO I - CONDICIONES DE LOS MATERIALES Y SU MANO DE OBRA.....	78
3.3.2	CAPÍTULO II - EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	80
3.3.3	CAPÍTULO III - MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS.....	82
<b>4</b>	<b>PLANOS .....</b>	<b>84</b>
<b>5</b>	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....</b>	<b>86</b>
<b>5.1</b>	<b>OBJETO.....</b>	<b>87</b>
<b>5.2</b>	<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OBRA.....</b>	<b>87</b>
5.2.1	DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SITUACIÓN.....	87
5.2.2	SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	87
5.2.3	SUMINISTRO DE AGUA POTABLE.....	88
5.2.4	SERVICIOS HIGIÉNICOS.....	88
5.2.5	SERVIDUMBRE Y CONDICIONANTES.....	88
<b>5.3</b>	<b>RIESGOS LABORABLES EVITABLES COMPLETAMENTE.....</b>	<b>88</b>

	<b>LSMT, CT, RSBT</b> PROYECTO DE EJECUCIÓN		 <b>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE MADRID</b> <b>VISADO</b>
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 3 de 95	
TRANSMIADO ELECTRÓNICAMENTE MEDIANTE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE 2CA			

<b>5.4</b>	<b>RIESGOS LABORABLES NO ELIMINABLES COMPLETAMENTE.</b>	<b>88</b>
5.4.1	TODA LA OBRA.	89
5.4.2	MOVIMIENTOS DE TIERRAS.	90
5.4.3	MONTAJE Y PUESTA EN TENSIÓN.	92
<b>5.5</b>	<b>TRABAJOS LABORABLES ESPECIALES.</b>	<b>94</b>
<b>5.6</b>	<b>INSTALACIONES PROVISIONALES Y ASISTENCIA SANITARIA.</b>	<b>94</b>
<b>5.7</b>	<b>PREVISIONES PARA TRABAJOS POSTERIORES.</b>	<b>94</b>
<b>5.8</b>	<b>NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES EN LA OBRA.</b>	<b>95</b>

	<b>LSMT, CT, RSBT</b> PROYECTO DE EJECUCIÓN		 <b>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE MADRID</b> <b>VISADO</b>	CA295657
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 43 de 95		
TRANSMITIDO ELECTRÓNICAMENTE MEDIANTE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE 2CA				

# 1 MEMORIA

	LSMT, CT, RSBT PROYECTO DE EJECUCIÓN	
	REV 1: - NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 5 de 95
		 <b>VISADO</b> 15909684/01      15/12/2015 14254 DAVID PERELLO GONZALEZ <small>TRAMITADO ELECTRÓNICAMENTE MEDIANTE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE 2CA</small>

CA295657

## 1.1 OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto es especificar las condiciones técnicas, de ejecución y económicas de una línea eléctrica de Media Tensión y un Centro de Transformación Subterráneo con objeto de electrificar adecuadamente la parcela UE-3 de uso residencial en la "Ronda del Águila" del PGOU de Tres Cantos (Madrid), una vez consideradas las directrices establecidas por IBERDROLA DISTRIBUCIÓN SAU en su escrito con N° referencia 9031594203 remitido a EADAT INGENIEROS SLP con fecha 24/06/2015.

## 1.2 SITUACIÓN..

La zona en la que se encuentra emplazado este ámbito, denominada "Ronda del Águila", constituye un enclave de suelo urbanizable de usos residencial, dentro del término municipal de Tres Cantos y clasificado como UE-3.

Los límites actuales del ámbito de actuación son:

- Al Norte. Un muro de hormigón con valla metálica separa la parcela del solar contiguo de propiedad Municipal.
- Al Oeste. La Ronda del Águila
- Al Sur. La calle de La Paloma
- Al Este. La ronda de El Águila, terminando en fondo de saco



## 1.3 TITULAR INICIAL Y FINAL DE LA INSTALACIÓN

El presente proyecto se redacta por encargo de GRUPO DELTA S.A, con domicilio en Avenida de la Vega N° 1, 28108 Alcobendas (Madrid), con NIF: A-28964906, que se corresponde con el titular inicial de la instalación. El Titular final de la instalación será IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA S.A.U.

## 1.4 REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES.

Para la elaboración del proyecto se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

- Reglamento sobre las Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento técnico de líneas aéreas de alta tensión, aprobado por decreto 3-151/11 de 28-11-68, y publicado en el B.O.E del 27 -12-68.
- Normas particulares de IBERDROLA.
- Normas UNE y recomendaciones UNESA que le sean de aplicación.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas complementarias.
- Condiciones impuestas por entidades públicas afectadas.

	LSMT, CT, RSBT PROYECTO DE EJECUCIÓN	
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 6 de 95
		 15909684/01 15/12/2015 14254 DAVID PERELLO GONZALEZ <small>TRAMITADO ELECTRÓNICAMENTE MEDIANTE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE 2CA</small>

## 1.5 PREVISIÓN DE CARGAS

La previsión es la siguiente:

15 viviendas x 14.490 x K = 172 kW

(K = 0.793 para 15 viviendas)

Servicios Generales = 30 kW

Garaje = 60 kW (20w/m<sup>2</sup>)



### POTENCIA TOTAL ESTIMADA = 262 kW

Con fecha 24/06/2015, se recibió notificación por parte de Iberdrola de viabilidad de suministro para una potencia de 307,350 kW (IBERDROLA no ha considerado simultaneidad en el suministro eléctrico de las viviendas)

Se solicita la instalación de una Línea subterránea de Media Tensión, un Centro de Transformación de compañía y una línea subterránea de Baja Tensión.

Para el cálculo de la red tenemos unos datos de partida proporcionados por la compañía suministradora de electricidad

- Intensidad máxima de defecto a tierra = 300 A.
- Tiempo de despeje de la falta a tierra: 700 milésimas.
- Potencia de cortocircuito = 350 MVA
- Tensión nominal UN = 15 kV.

	LSMT, CT, RSBT PROYECTO DE EJECUCIÓN	
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 7 de 95
		 15909684/01 15/12/2015 14254 DAVID PERELLO GONZALEZ <small>TRAMITADO ELECTRÓNICAMENTE MEDIANTE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE 2CA</small>

## 1.6 RED SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN

Las características de la línea subterránea de M.T. se atenderán a todo lo indicado en el proyecto tipo de línea subterránea de A.T. hasta 30kV de Iberdrola expuesto en el manual técnico MT 2.31.01 y MT 2.03.20

### 1.6.1 PUNTO Y TENSIÓN DE SUMINISTRO

La energía se suministrará a la tensión compuesta de 20kV y a una frecuencia de 50Hz desde línea de media tensión especificada por IBERDROLA, según expediente abierto con número de referencia 9031594203 (Ver planos).

### 1.6.2 CABLES

Se utilizarán únicamente cables de aislamiento de dieléctrico seco, según NI 56.43.01.



Para el caso de la línea a existente a soterrar, el cable a instalar será el HEPRZ1 12/20kV Al 240mm<sup>2</sup> que presenta las siguientes características.

Tabla 1

Tipo constructivo	Tensión Nominal kV	Sección Conductor mm <sup>2</sup>	Sección pantalla mm <sup>2</sup>
HEPRZ1	12/20	240	16

Temperatura máxima en servicio permanente 105°C

Temperatura máxima en cortocircuito t < 5s 250°C

	LSMT, CT, RSBT PROYECTO DE EJECUCIÓN	
	REV 1: - NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 8 de 95
		 <b>VISADO</b> 15909684/01 15/12/2015 14254 DAVID PERELLO GONZALEZ <small>TRANSMISSIONE ELETTRICAMENTE MEDIANTE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE 2CA</small>

### 1.6.2.1 Accesorios.

Como accesorios de la línea subterránea de media tensión objeto de estudio vamos a considerar:

- Empalmes rectos unipolares.
- Terminales enchufables apantallados.

#### Empalmes:

Es el accesorio que garantiza la conexión eléctrica entre dos cables para formar un circuito continuo. Los empalmes previstos son unipolares rectos normalizados, con designación E1S/24-R/150÷240 AI, código 5680247

#### Conector Terminal:

Es la pieza metálica que permite conectar el conductor de un cable a otro elemento de un equipo eléctrico.

## 1.6.3 CALCULOS

### 1.6.3.1 Previsión de potencia



La potencia máxima prevista para el centro de transformación al que alimenta la línea es de 400KVA's.

### 1.6.3.2 Cálculo por Intensidad y densidad de corriente.





La intensidad se determinará por la fórmula:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \times U}, \text{ resultando } 6,67A, U = 20 \text{ kV.}$$

$$S = 400KVA'S$$

	LSMT, CT, RSBT PROYECTO DE EJECUCIÓN	
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 9 de 95
		 15909684/01      15/12/2015 14254 DAVID PERELLO GONZALEZ <small>TRANSMITIDO ELECTRÓNICAMENTE MEDIANTE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE 2CA</small>



Carga máxima admisible, en servicio permanente, para cables aislados con HEPR.

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Tensión nominal			
	105 °C 1,8/3 kV a 18/30 kV			
	(1) 	(2) 	(3) 	(4) 
	<b>Conductores de Cu</b>			
10	-	-	-	-
16	-	-	-	-
25	150	145	160	155
35	180	170	190	185
50	225	205	225	215
70	280	255	275	265
95	340	305	330	315
120	390	350	370	360
150	445	400	420	400
185	510	455	475	450
240	600	540	555	530
300	690	-	625	-
400	795	-	710	-
500	925	-	805	-
630	1065	-	905	-
	<b>Conductores de Al</b>			
16	-	-	-	-
25	115	110	125	120
35	140	135	145	145
50	175	160	175	170
70	220	200	215	205
95	265	240	255	245
120	300	270	290	280
150	345	310	330	310
185	395	355	375	350
240	470	420	435	410
300	540	-	490	-
400	630	-	560	-
500	740	-	645	-
630	860	-	735	-

- (1) Tres cables unipolares agrupados, instalados al aire.  
 (2) Un cable trifásico, instalado al aire.  
 (3) Tres cables unipolares agrupados, enterrados a 1 m.  
 (4) Un cable trifásico, enterrado a 1 m de profundidad.

Advertencia: si se trata de cables armados con hilos de Al la intensidad admisible será menor.

Se ha previsto la utilización de conductores de aluminio de 240mm<sup>2</sup> por fase (Resultado por Normativa Iberdrola).

	LSMT, CT, RSBT PROYECTO DE EJECUCIÓN		 COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE MADRID <b>VISADO</b>
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 18 de 95	
			TRAMITADO ELECTRÓNICAMENTE MEDIANTE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE PCA

CA-295657

### 1.6.3.3 Cálculo por caída de tensión

La determinación de la sección en función de la caída de tensión se realizará mediante la fórmula:

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

en donde:

$\Delta U$  = Caída de tensión, en voltios

$I$  = Intensidad en amperios



$L$  = Longitud de la línea en km.

$R$  = Resistencia del conductor en  $\Omega/\text{km}$  a la temperatura de servicio



$X$  = Reactancia a frecuencia 50 Hz en  $\Omega/\text{km}$ .

$\cos \varphi$  = Factor de potencia = 0,9

Para el valor de la resistencia máxima del conductor utilizaremos la siguiente tabla:

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Resistencia máxima en c.a. y a 90 °C en $\Omega/\text{km}$			
	Cables Unipolares 		Cables Tripolares 	
	Cu	Al	Cu	Al
10	2310	-	2346	-
16	1455	2392	1479	2431
25	0.918	1513	0.936	1542
35	0.663	1093	0.675	1112
50	0.490	0.800	0.499	0.0822
70	0.339	0.558	0.345	0.568
95	0.245	0.403	0.249	0.410
120	0.195	0.321	0.197	0.324
150	0.159	0.262	0.161	0.265
185	0.127	0.209	0.129	0.212
240	0.098	0.161	0.099	0.163
300	0.078	0.128	-	-
400	0.062	0.102	-	-
500	0.051	0.084	-	-

Resultando para un terno de cables unipolares de 240mm<sup>2</sup>, una resistencia por conductor de 0,161  $\Omega/\text{km}$ .

	<b>LSMT, CT, RSBT</b> PROYECTO DE EJECUCIÓN		 <b>VISADO</b> 15909684/01      15/12/2015 14254 DAVID PERELLO GONZALEZ <small>BRAMIAADO ELECTRICAMENTE MEDIANE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE 2CA</small>	CA296557
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 12 de 95		



Para el valor de la reactancia, utilizaremos:

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Reactancia X en Ω/km por fase Tensión nominal del cable						
	1,8/3 kV	3,8/6 kV	6/10 kV	8,7/15 kV	12/20 kV	12/25 kV	18/30 kV
Tres cables unipolares en contacto mutuo							
10	0.135	-	-	-	-	-	-
16	0.126	-	-	-	-	-	-
25	0.118	0.125	0.134	0.141	-	-	-
35	0.113	0.118	0.128	0.135	0.140	-	-
50	0.108	0.113	0.122	0.128	0.130	0.140	0.148
70	0.101	0.106	0.115	0.120	0.122	0.130	0.137
95	0.099	0.102	0.110	0.115	0.116	0.121	0.129
120	0.095	0.098	0.106	0.111	0.112	0.118	0.123
150	0.093	0.096	0.102	0.108	0.109	0.115	0.118
185	0.089	0.093	0.100	0.104	0.106	0.110	0.113
240	0.088	0.090	0.097	0.101	0.103	0.106	0.109
300	0.086	0.088	0.093	0.097	0.099	0.103	0.105
400	0.085	0.086	0.091	0.095	0.095	0.100	0.103
500	0.084	0.084	0.089	0.092	0.093	0.096	0.099

En nuestro caso, la sección prevista para los conductores es de 240mm<sup>2</sup>, por lo que la reactancia prevista tiene un valor de 0,103 Ω/km.

Según esto, la caída de tensión previsible desde el punto de conexión al Centro de Transformación objeto de estudio será:

$$\Delta U = 372V \text{ (1,8\%)}$$

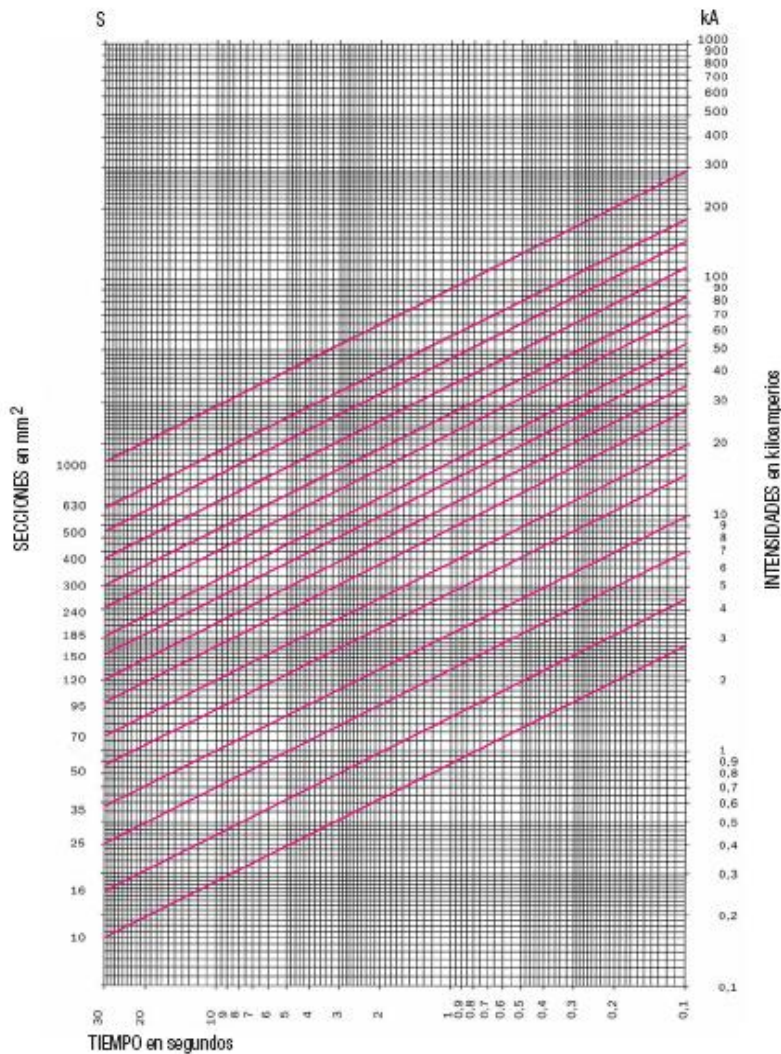
	<b>LSMT, CT, RSBT</b> PROYECTO DE EJECUCIÓN	
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 43 de 93
		 <b>VISADO</b> 15909684/01      15/12/2015 14254 DAVID PERELLO GONZALEZ <small>TRANSMIADO ELECTRÓNICAMENTE MEDIANTE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE 2CA</small>

CA295657

### 1.6.3.1 Cálculo por intensidad de cortocircuito:

Se ha considerado un valor de potencia de cortocircuito en la red de 350 MVA, con una duración de falta de 0,7s, resultando necesario un conductor por fase de 50mm<sup>2</sup>, inferior al previsto de 240mm<sup>2</sup>.



Intensidades térmicamente admisibles en cortocircuito para conductores de aluminio.  
(Según Normas IEC 949 y UNE 21192).



Temperatura máxima en servicio permanente 105 °C.  
Temperatura máxima en cortocircuito 250 °C.

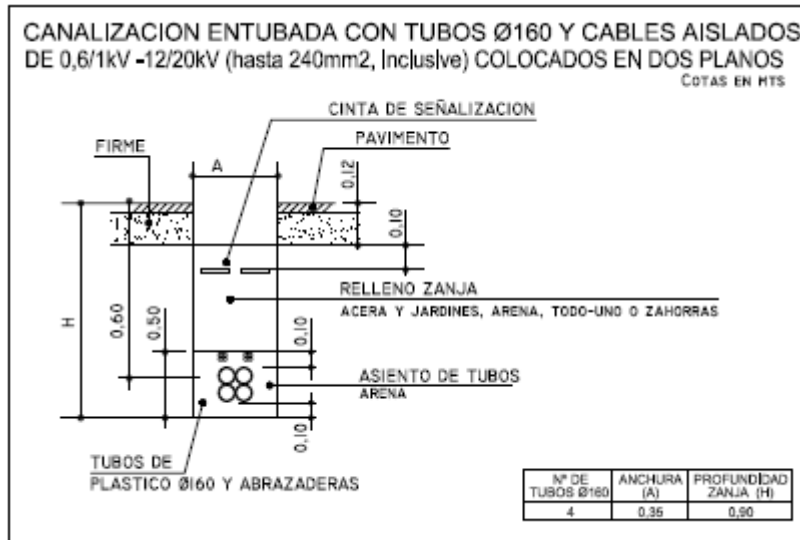
### 1.6.4 ZANJAS Y SISTEMAS DE ENTERRAMIENTO

Como sistema de instalación se ha previsto en todo caso instalación enterrada bajo tubo. Se han previsto por tramo de zanja un tubo de reserva y el circuito que discurre por la misma.

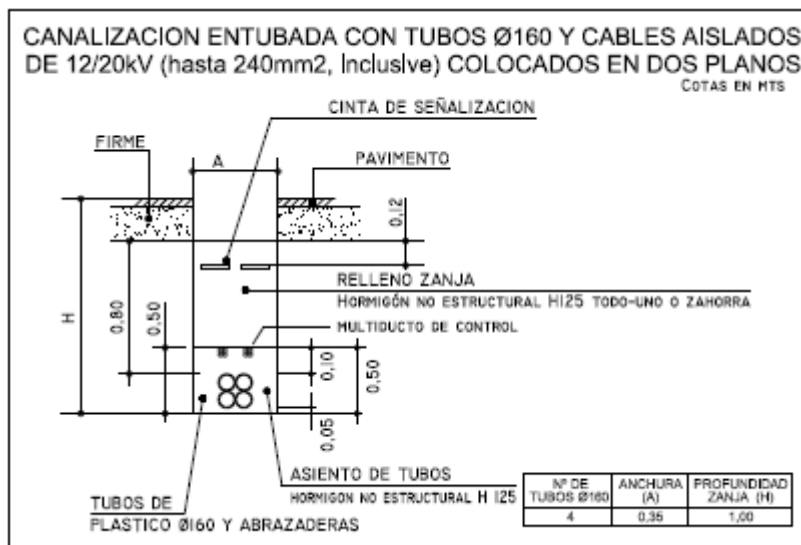
	LSMT, CT, RSBT PROYECTO DE EJECUCIÓN		 VISADO
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 43 de 93	

Se indica seguidamente la tipología de zanja que le corresponde:

A) Para aceras



B) Para cruce de calzada



#### 1.6.4.1 Características de las canalizaciones entubadas.

Estarán constituidos por tubos plásticos, dispuestos sobre lecho de arena y debidamente enterrados en zanja. Las características de las zanjas se muestran en el capítulo de planos, si bien pasamos a describir las características de los elementos que la componen:

Salvo especificaciones en contra en el pedido, los tubos curvables se suministrarán en rollos de 50 m.

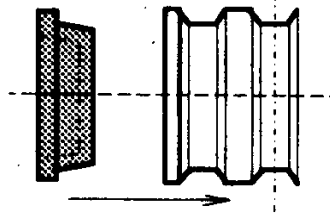


Fig. 2: Tapón de cierre

Cada longitud de tubo, en sus extremos, deberá llevar marcada:

- el nombre del fabricante o marca de fábrica
- indicación del material (PE, etc.)
- tipo de tubo N (uso normal)
- año de fabricación



Los tubos suministrados en rollos deberán marcarse a intervalos regulares no superiores a 3 m, con las marcas anteriores, del nombre del fabricante o marca e indicación del material, como mínimo.

En los tapones sólo se marcará el nombre del fabricante o marca de fábrica.

Las marcas deberán ser duraderas y fácilmente legibles. Se admitirá que las marcas vayan grabadas en relieve o bajorrelieve o impresas en etiquetas autoadhesivas o por calcomanía.

En cuanto a las cintas, llevarán una impresión indeleble, por una cara, de los dibujos, anagrama e indicaciones que se representan en la figura 1.

Las indicaciones serán proporcionales al ancho de la cinta.

	LSMT, CT, RSBT PROYECTO DE EJECUCIÓN	
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 13 de 93
		 <b>VISADO</b> 15909684/01 15/12/2015 14254 DAVID PERELLO GONZALEZ <small>TRANSMITIDO ELECTRÓNICAMENTE MEDIANTE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE 2CA</small>

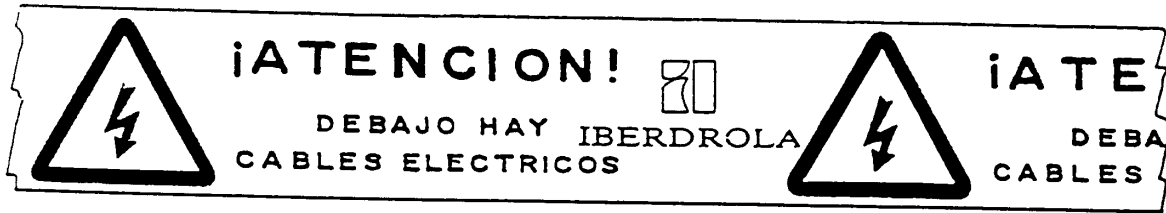


Fig. 1: Cinta de polietileno

color .....	Amarillo-naranja vivo
anchura.....	15 ± 0,5 cm
espesor.....	0,1 ± 0,01 mm
lado triángulo.....	10,5 ± 0,3 cm

1.6.4.2 Condiciones generales

La zanja tendrá una anchura mínima de 0,40 m para la colocación de dos tubos rectos de 160 mm Ø.

La profundidad de la zanja será de 0,81m,

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará un asiento de arena de de 0,05 m de espesor, sobre la que se depositarán los tubos. A continuación se colocará otra capa arena hasta conseguir un espesor total de 0,30 m desde la base de la zanja. por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

El detalle de la zanja prevista se puede ver en el plano LSMT-01



- **Cruzamientos.** A continuación se fijan, para cada uno de los casos indicados, las condiciones a que deben responder los cruzamientos de cables subterráneos.

\* Con otras conducciones de energía eléctrica: La distancia mínima entre cables de energía eléctrica, será de 0,25 m. Cuando no pueda respetarse esta distancia, el cable que se tienda en último lugar se separará mediante tubo o divisorias constituidas por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica. Las características serán las establecidas en la NI 52.95.01 La distancia del punto de cruce a empalmes será superior a 1 m.

\* Con cables de telecomunicación: La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,25 m. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar, se separará mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica. Las características serán las establecidas en la NI 52.95.01. La distancia del punto de cruce a empalmes, tanto en el cable de energía como en el de comunicación, será superior a 1m.



	<b>LSMT, CT, RSBT</b> PROYECTO DE EJECUCIÓN		
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 18 de 95	

- \* Con canalizaciones de agua y gas: Los cables se mantendrán a una distancia mínima de estas canalizaciones de 0,25 m. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar se separará mediante tubos o placa separadora constituidas por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica, las características serán las establecidas en la NI 52.95.01. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua o gas, o los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1m del punto de cruce.
  - \* Con conducciones de alcantarillado: Se procurará pasar los cables por encima de las alcantarillas. No se admitirá incidir en su interior. Si no es posible se pasará por debajo, disponiendo los cables con una protección de adecuada resistencia mecánica. Las características están establecidas en la NI 52.95.01.
- **Paralelismos.** Los cables subterráneos, cualquiera que sea su forma de instalación, deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, y se procurará evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.
- Con otros conductores de energía eléctrica: Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia no inferior a 0,25m. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción que se establezca en último lugar se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica las características están establecidas en la NI 52.95.01.
  - Con canalizaciones de agua y gas : Se mantendrá una distancia mínima de 0,25m, con excepción de canalizaciones de gas de alta presión (más de 4 bar) en que la distancia será de 1m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, se adoptarán las siguientes medidas complementarias:
    - Conducción de gas existente: se protegerá la línea eléctrica con tubo de plástico envuelto con 0,10 m de hormigón, manteniendo una distancia mínima tangencial entre servicios de 0,20 m.
    - Línea eléctrica existente con conducción de gas de Alta Presión, se recubrirá la canalización del gas con manta antirroca interponiendo una barrera entre ambas canalizaciones formada con una plancha de acero; si la conducción del gas es de Media/Baja Presión se colocará entre ambos servicios una placa de protección de plástico. Las características vienen fijadas en la NI 52.95.01.
    - Si la conducción del gas es de acero, se dotará a la misma de doble revestimiento.

	<b>LSMT, CT, RSBT</b> PROYECTO DE EJECUCIÓN			CA295657
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 17 de 95		
		15909684/01      15/12/2015 14254 DAVID PERELLO GONZALEZ		

### 1.6.5 PUESTA A TIERRA

El nuevo tramo previsto se instalará garantizando la continuidad de la puesta a tierra de las pantallas y armaduras de todas las fases. Esto garantiza que no existan tensiones inducidas en las cubiertas metálicas.

	LSMT, CT, RSBT PROYECTO DE EJECUCIÓN	
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 18 de 93
		 <b>VISADO</b> 15909684/01      15/12/2015 14254 DAVID PERELLO GONZALEZ <small>TRAMITADO ELECTRÓNICAMENTE MEDIANTE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE 2CA</small>

CA296657

## 1.7 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Se instalará un centro de transformación de las siguientes características:

CT Nº	TIPO	CELDAS	POTENCIA
CT 1	De compañía	2L+P	400 kVA

### 1.7.1 ENVOLVENTE PREFABRICADA SUBTERRÁNEA

El centro de transformación prefabricado será según proyecto tipo de centro de transformación prefabricado subterráneo de Iberdrola el designado como del tipo EPSH, y cumplirá con las características generales especificadas en la Norma MT 2.11.02.

Se proyecta un edificio prefabricado LEKUMBIDE Nº 4 "H".

### 1.7.2 CELDAS DE ALTA TENSIÓN



Se instalará una unidad compacta de Merlin Gerin gama RM6 2IQ (2L+P) referencia RM62IQIB

### 1.7.3 TRANSFORMADOR

Los transformadores que se deben utilizar en este tipo de centros son los que tienen como dieléctrico aceite mineral y están recogidos en la Norma NI 72.30.00.

Para nuestro caso elegiremos transformador trifásico reductor de tensión, con neutro accesible en el secundario y refrigeración natural mediante aceite de las siguientes características:

· Potencia:.....	400KVA
· Tensión en el primario:.....	20kV
· Tensión en el secundario:.....	400/230V
· Grupo de conexión:.....	Dyn11
· Tensión de cortocircuito:.....	4%

	<b>LSMT, CT, RSBT</b> <b>PROYECTO DE EJECUCIÓN</b>		 <b>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE MADRID</b> <b>VISADO</b>	CA295657
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 49 de 95		

#### 1.7.4 CUADROS MODULARES DE B.T.

El centro de transformación irá dotado de un cuadro de 5 salidas de 400 A.

Las especificaciones técnicas de dichos módulos se encuentran recogidas en la Norma NI 50.44.02.

#### 1.7.5 FUSIBLES LIMITADORES DE ALTA TENSIÓN

Los fusibles limitadores instalados en las celdas de alta tensión deben ser de los llamados “fusibles fríos”, y sus características técnicas están recogidas en la norma NI 75.06.31.

Se instalarán fusibles de 40 A.

#### 1.7.6 INTERCONEXIÓN CELDA-TRAFO

La conexión eléctrica entre la celda de alta y el transformador de potencia se realizará con cable unipolar seco de 50mm<sup>2</sup> de sección y del tipo DHZ1, empleándose la tensión asignada del cable de 12/20kV.

Estos cables dispondrán en sus extremos de terminales enchufables rectos o acodados de conexión sencilla, siendo de 24kV/200A.

Las especificaciones técnicas de los cables y de los terminales están recogidas en las normas NI 56.40.02 y NI 72.83.00 respectivamente.

#### 1.7.7 INTERCONEXIÓN TRAFO-CUADRO DE B.T.



La conexión eléctrica entre el trafo de potencia y el módulo de acometida se debe realizar con cable unipolar tipo RV de 0,6/1kV y conductor de aluminio de 240mm<sup>2</sup> de sección, especificados en la norma NI 56.31.21.

El número de cables será de 3 para cada fase y 2 para el neutro.

Estos cables dispondrán en sus extremos de terminales bimetálicos tipo TBI-M12/240, especificados en la norma NI 58.51.73.

#### 1.7.8 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

En previsión de una resistividad del terreno comprendida entre 50 y 100  $\Omega$  x m, se ha proyectado una red de tierra de protección normalizada tipo EPSP-2BMP8 + CH, y como red de tierra de servicio una del tipo UNESA 5/86.

	LSMT, CT, RSBT PROYECTO DE EJECUCIÓN	
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 28 de 95
		 15909684/01 15/12/2015 14254 DAVID PERELLO GONZALEZ <small>TRAMITADO ELECTRÓNICAMENTE MEDIANTE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE 2CA</small>

La separación mínima entre las redes de protección y servicio según lo previsto en MT 2.11.02 será de 22,2m

## 1.7.9 INSTALACIONES SECUNDARIAS

### 1.7.9.1 Alumbrado

Se instalarán los puntos de luz necesarios para la suficiente y uniforme iluminación de todo el recinto del centro.

El interruptor se situará al lado de la puerta de entrada, de manera que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la Alta Tensión.

### 1.7.9.2 Protección contra incendios

Si va a existir personal itinerante de mantenimiento por parte de la compañía suministradora, no se exige que en el Centro de Transformación haya un extintor.



### 1.7.9.3 Ventilación

Se ha previsto un centro de transformación con ventilación horizontal, según se observa en los planos aportados.

## 1.7.10 MEDIDAS DE SEGURIDAD

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

- No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si estas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos internos de las celdas debe interesar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.
- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en SF<sub>6</sub>, 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 recinto.
- Las bornas de conexión de los 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.

	LSMT, CT, RSBT PROYECTO DE EJECUCIÓN	
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 28 de 95
		 15909684/01 15/12/2015 14254 DAVID PERELLO GONZALEZ <small>TRAMITADO ELECTRÓNICAMENTE MEDIANTE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE 2CA</small>

- 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.
- 
- 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 Media y Baja Tensión. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

### 1.7.11 CALCULOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

#### 1.7.11.1 INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN.

En un sistema trifásico, la intensidad primaria  $I_p$  viene determinada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

$S$  = Potencia del transformador en kVA.



$U$  = Tensión compuesta primaria en kV = 20 kV.

$I_p$  = Intensidad primaria en Amperios.

Sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador (kVA)	$I_p$ (A)
400	11.55

siendo la intensidad total primaria de 11.55 Amperios.

	<b>LSMT, CT, RSBT</b> PROYECTO DE EJECUCIÓN		 <b>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE MADRID</b> <b>VISADO</b>	CA295657
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 23 de 93		

TRANSMITADO ELECTRÓNICAMENTE MEDIANTE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE 2CA

### 1.7.11.2 INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.

En un sistema trifásico la intensidad secundaria  $I_s$  viene determinada por la expresión:

$$I_s = \frac{S - W_{fe} - W_{cu}}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

$S$  = Potencia del transformador en kVA.

$W_{fe}$  = Pérdidas en el hierro.



$W_{cu}$  = Pérdidas en los arrollamientos.

$U$  = Tensión compuesta en carga del secundario en kilovoltios = 0.4 kV.

$I_s$  = Intensidad secundaria en Amperios.

Sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador (kVA)	$I_s$ (A)
-----	
400	569.37

	<b>LSMT, CT, RSBT</b> PROYECTO DE EJECUCIÓN	
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 23 de 93
		 <b>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS          TÉCNICOS INDUSTRIALES DE MADRID</b> <b>VISADO</b>
		15909684/01      15/12/2015 14254 DAVID PERELLO GONZALEZ
		<small>TRAMITADO ELECTRÓNICAMENTE MEDIANTE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE 2CA</small>

CA296557

### 1.7.11.3 INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito se determina una potencia de cortocircuito de 500 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la Compañía suministradora.

#### 1.7.11.3.1 Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.

$$S_{cc} = 500 \text{ MVA.}$$

$$U = 20 \text{ kV.}$$

resultando una intensidad primaria máxima para un cortocircuito en el lado de A.T. de:

$$I_{ccp} = 14.43 \text{ kA.}$$

#### 1.7.11.3.2 Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente y sustituyendo valores, tendremos:



Potencia del transformador (kVA)	U <sub>cc</sub> (%)	I <sub>ccs</sub> (kA)
400	4	14.43

Siendo:

- U<sub>cc</sub>: Tensión de cortocircuito del transformador en tanto por ciento.
- I<sub>ccs</sub>: Intensidad secundaria máxima para un cortocircuito en el lado de baja tensión.

### 1.7.11.4 DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.

Como resultado de los ensayos que han sido realizados a las celdas fabricadas por Schneider Electric no son necesarios los cálculos teóricos ya que con los certificados de ensayo ya se justifican los valores que se indican tanto en esta memoria como en las placas de características de las celdas.

	LSMT, CT, RSBT PROYECTO DE EJECUCIÓN	
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 28 de 95
		 15909684/01      15/12/2015 14254 DAVID PERELLO GONZALEZ <small>TRAMITADO ELECTRÓNICAMENTE MEDIANTE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE 2CA</small>

#### 1.7.11.4.1 Comprobación por densidad de corriente.

La comprobación por densidad de corriente tiene como objeto verificar que no se supera la máxima densidad de corriente admisible por el elemento conductor cuando por el circule un corriente igual a la corriente nominal máxima.

Para las celdas modelo RM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51168218XB realizado por VOLTA.

#### 1.7.11.4.2 Comprobación por sollicitación electrodinámica.

La comprobación por sollicitación electrodinámica tiene como objeto verificar que los elementos conductores de las celdas incluidas en este proyecto son capaces de soportar el esfuerzo mecánico derivado de un defecto de cortocircuito entre fase.

Para las celdas modelo RM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51168210XB realizado por VOLTA.

El ensayo garantiza una resistencia electrodinámica de 40kA.



#### 1.7.11.4.3 Comprobación por sollicitación térmica. Sobreintensidad térmica admisible.

La comprobación por sollicitación térmica tienen como objeto comprobar que por motivo de la aparición de un defecto o cortocircuito no se producirá un calentamiento excesivo del elemento conductor principal de las celdas que pudiera así dañarlo.

Para las celdas modelo RM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51168210XB realizado por VOLTA.

El ensayo garantiza una resistencia térmica de 16kA 1 segundo.

#### 1.7.11.4.4 SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.

	LSMT, CT, RSBT PROYECTO DE EJECUCIÓN	
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 28 de 95
		 15909684/01 15/12/2015 14254 DAVID PERELLO GONZALEZ <small>TRAMITADO ELECTRÓNICAMENTE MEDIANTE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE 2CA</small>

**\* ALTA TENSIÓN.**

Los cortacircuitos fusibles son los limitadores de corriente, produciéndose su fusión, para una intensidad determinada, antes que la corriente haya alcanzado su valor máximo. De todas formas, esta protección debe permitir el paso de la punta de corriente producida en la conexión del transformador en vacío, soportar la intensidad en servicio continuo y sobrecargas eventuales y cortar las intensidades de defecto en los bornes del secundario del transformador.

Como regla práctica, simple y comprobada, que tiene en cuenta la conexión en vacío del transformador y evita el envejecimiento del fusible, se puede verificar que la intensidad que hace fundir al fusible en 0,1 segundo es siempre superior o igual a 14 veces la intensidad nominal del transformador.

La intensidad nominal de los fusibles se escogerá por tanto en función de la potencia del transformador a proteger.

Potencia del transformador (kVA)	Intensidad nominal del fusible de A.T. (A)
-----	
400	40



**\* BAJA TENSIÓN.**

En el circuito de baja tensión del transformador se instalará un Cuadro de Distribución homologado por la Compañía Suministradora.

Potencia del transformador (kVA)	Nº de Salidas en B.T.
-----	
400	5

**1.7.11.5 DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL C.T.**

Se realiza mediante rejillas horizontales, quedando estas al mismo nivel que la cota de acera o jardín. Dichas rejillas están apoyadas sobre unas arquetas que recogen el agua de la

	<b>LSMT, CT, RSBT</b> PROYECTO DE EJECUCIÓN		
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 28 de 95	

lluvia y la conducen a un tubo de 110mmΦ, que se conecta al alcantarillado público. El Centro previsto está homologado por Iberdrola con N° 5040056.

#### 1.7.11.6 DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS.

El foso de recogida de aceite tiene que ser capaz de alojar la totalidad del volumen de agente refrigerante que contiene el transformador en caso de su vaciamiento total.

Potencia del transformador (kVA)	Volumen mínimo del foso (litros)
400	312

Dado que el foso de recogida de aceite del prefabricado será de 760 litros para cada transformador, no habrá ninguna limitación en este sentido.

#### 1.7.11.7 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.



##### 1.7.11.7.1 Investigación de las características del suelo.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina una resistividad media superficial = 75 Ω.m.

##### 1.7.11.7.2 Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y tiempo máximo correspondiente de eliminación de defecto.

El neutro de la red de distribución en Media Tensión está conectado rígidamente a tierra. Por ello, la intensidad máxima de defecto dependerá de la resistencia de puesta a tierra de protección del Centro, así como de las características de la red de MT.

Para un valor de resistencia de puesta a tierra del Centro de 4.3 Ω, la intensidad máxima de defecto a tierra es 1000 Amperios y el tiempo de desconexión del defecto es inferior a 0.7 segundos, según datos proporcionados por la Compañía Eléctrica suministradora (IBERDROLA). Los valores de K y n para calcular la tensión máxima de contacto aplicada según MIE-RAT 13 en el tiempo de defecto proporcionado por la Compañía son:

	<b>LSMT, CT, RSBT</b> PROYECTO DE EJECUCIÓN		 <b>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE MADRID</b> <b>VISADO</b>	CA295657
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 23 de 95		

TRANSMITIDO ELECTRÓNICAMENTE MEDIANTE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE 2CA

K = 72 y n = 1.

### 1.7.11.7.3 Diseño preliminar de la instalación de tierra.

#### \* TIERRA DE PROTECCIÓN.

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas, tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

Para los cálculos a realizar emplearemos las expresiones y procedimientos según el "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA, conforme a las características del centro de transformación objeto del presente cálculo, siendo, entre otras, las siguientes:

Para la tierra de protección optaremos por un sistema de las características que se indican a continuación:

- Identificación: código 5/82 del método de cálculo de tierras de UNESA.

- Parámetros característicos:

$$K_r = 0.0572 \Omega / (\Omega \cdot m).$$

$$K_p = 0.00345 V / (\Omega \cdot m \cdot A).$$



- Descripción:

Estará constituida por 8 picas en disposición rectangular unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 2.00 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3.00 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 21 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros  $K_r$  y  $K_p$  de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre

	LSMT, CT, RSBT PROYECTO DE EJECUCIÓN	
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 28 de 95
		 15909684/01 15/12/2015 14254 DAVID PERELLO GONZALEZ <small>TRAMITADO ELECTRÓNICAMENTE MEDIANTE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE 2CA</small>

CA295657

aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

\* TIERRA DE SERVICIO.

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características de las picas serán las mismas que las indicadas para la tierra de protección. La configuración escogida se describe a continuación:

- Identificación: código 5/82 del método de cálculo de tierras de UNESA.

- Parámetros característicos:

$$K_r = 0.0572 \Omega/(\Omega \cdot m).$$

$$K_p = 0.00345 V/(\Omega \cdot m \cdot A).$$

- Descripción:

Estará constituida por 8 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección.



Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 2.00 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3.00 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 21 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros  $K_r$  y  $K_p$  de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37  $\Omega$ . Con este criterio se consigue que un defecto a tierra en una instalación de Baja Tensión protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de sensibilidad 650 mA., no ocasione en el electrodo de puesta a tierra una tensión superior a 24 Voltios (=37 x 0,650).

Existirá una separación mínima entre las picas de la tierra de protección y las picas de la tierra de servicio a fin de evitar la posible transferencia de tensiones elevadas a la red de Baja Tensión. Dicha separación está calculada en el apartado 2.8.8.

	LSMT, CT, RSBT PROYECTO DE EJECUCIÓN	
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 28 de 95
		 15909684/01 15/12/2015 14254 DAVID PERELLO GONZALEZ <small>TRANSMIADO ELECTRÓNICAMENTE MEDIANTE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE 2CA</small>

CA285657

#### 1.7.11.7.4 Cálculo de la resistencia del sistema de tierras.

##### \* TIERRA DE PROTECCIÓN.

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas del Centro (Rt), y tensión de defecto correspondiente (Ud), utilizaremos las siguientes fórmulas:

- Resistencia del sistema de puesta a tierra, Rt:

$$R_t = K_r \cdot \sigma .$$

- Tensión de defecto, Ud:

$$U_d = I_d \cdot R_t .$$

Siendo:

$$\sigma = 75 \Omega \cdot m .$$

$$K_r = 0.0572 \Omega / (\Omega \cdot m) .$$

$$I_d = 1000 \text{ A} .$$



se obtienen los siguientes resultados:

$$R_t = 4.3 \Omega .$$

$$U_d = 4290 \text{ V}$$

El aislamiento de las instalaciones de baja tensión del C.T. deberá ser mayor o igual que la tensión máxima de defecto calculada (Ud), por lo que deberá ser como mínimo de 6000 Voltios.

De esta manera se evitará que las sobretensiones que aparezcan al producirse un defecto en la parte de Alta Tensión deterioren los elementos de Baja Tensión del centro, y por ende no afecten a la red de Baja Tensión.

	LSMT, CT, RSBT PROYECTO DE EJECUCIÓN	
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 98 de 98
		 <b>VISADO</b> 15909684/01      15/12/2015 14254 DAVID PERELLO GONZALEZ <small>TRANSMIADO ELECTRÓNICAMENTE MEDIANTE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE 2CA</small>

CA295657

Comprobamos asimismo que la intensidad de defecto calculada es superior a 100 Amperios, lo que permitirá que pueda ser detectada por las protecciones normales.

\* TIERRA DE SERVICIO.

$$R_t = K_r \cdot \sigma = 0.0572 \cdot 75 = 4.3 \Omega.$$

que vemos que es inferior a 37  $\Omega$ .

#### 1.7.11.7.5 Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas de ventilación metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que éstas serán prácticamente nulas.



Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá determinada por las características del electrodo y de la resistividad del terreno, por la expresión:

$$U_p = K_p \cdot \sigma \cdot I_d = 0.00345 \cdot 75 \cdot 1000 = 258.8 \text{ V.}$$

#### 1.7.11.7.6 Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.

El piso del Centro estará constituido por un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del Centro. Con esta disposición se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, está sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm. de espesor como mínimo.

El edificio prefabricado de hormigón EHC estará construido de tal manera que, una vez fabricado, su interior sea una superficie equipotencial. Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyen la armadura del sistema equipotencial estarán unidas entre sí mediante soldadura eléctrica.

	<b>LSMT, CT, RSBT</b> PROYECTO DE EJECUCIÓN		 <b>VISADO</b> <small>15909684/01      15/12/2015</small> <small>14254 DAVID PERELLO GONZALEZ</small> <small>TRAMITADO ELECTRÓNICAMENTE MEDIANTE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE PCA</small>	CA296557
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 93 de 93		

Esta armadura equipotencial se conectará al sistema de tierras de protección (excepto puertas y rejillas, que como ya se ha indicado no tendrán contacto eléctrico con el sistema equipotencial; debiendo estar aisladas de la armadura con una resistencia igual o superior a 10.000 ohmios a los 28 días de fabricación de las paredes).

Así pues, no será necesario el cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación, puesto que su valor será prácticamente nulo.

No obstante, y según el método de cálculo empleado, la existencia de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra implica que la tensión de paso de acceso es equivalente al valor de la tensión de defecto, que se obtiene mediante la expresión:

$$U_p \text{ acceso} = U_d = R_t * I_d = 4.3 * 1000 = 4290 \text{ V.}$$

#### 1.7.11.7.7 Cálculo de las tensiones aplicadas.

La tensión máxima de contacto aplicada, en voltios, que se puede aceptar, según el reglamento MIE-RAT, será:

$$U_{ca} = \frac{K}{t^n}$$

Siendo:

$U_{ca}$  = Tensión máxima de contacto aplicada en Voltios.

$K = 72$ .



$n = 1$ .

$t$  = Duración de la falta en segundos: 0.7 s

obtenemos el siguiente resultado:

$$U_{ca} = 102.86 \text{ V}$$

Para la determinación de los valores máximos admisibles de la tensión de paso en el exterior, y en el acceso al Centro, emplearemos las siguientes expresiones:

	<b>LSMT, CT, RSBT</b> PROYECTO DE EJECUCIÓN		 <b>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE MADRID</b> <b>VISADO</b>	CA296557
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 93 de 95		
TRANSMIADO ELECTRÓNICAMENTE MEDIANTE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE 2CA				

$$U_p(\text{exterior}) = 10 \frac{K}{t^n} \left( 1 + \frac{6 * \sigma}{1.000} \right)$$

$$U_p(\text{acceso}) = 10 \frac{K}{t^n} \left( 1 + \frac{3 * \sigma + 3 * \sigma h}{1.000} \right)$$

Siendo:

$U_p$  = Tensiones de paso en Voltios.

$K = 72$ .

$n = 1$ .

$t$  = Duración de la falta en segundos: 0.7 s

$\sigma$  = Resistividad del terreno.

$\sigma h$  = Resistividad del hormigón = 3.000  $\Omega \cdot m$

obtenemos los siguientes resultados:

$$U_p(\text{exterior}) = 1491.4 \text{ V}$$

$$U_p(\text{acceso}) = 10517.1 \text{ V}$$

Así pues, comprobamos que los valores calculados son inferiores a los máximos admisibles:

- en el exterior:



$$U_p = 258.8 \text{ V.} < U_p(\text{exterior}) = 1491.4 \text{ V.}$$

- en el acceso al C.T.:

$$U_d = 4290 \text{ V.} < U_p(\text{acceso}) = 10517.1 \text{ V.}$$

#### 1.7.11.7.8 Investigación de tensiones transferibles al exterior.

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio previo para su reducción o eliminación.

	<b>LSMT, CT, RSBT</b> PROYECTO DE EJECUCIÓN	
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 83 de 93
		 <b>VISADO</b> 15909684/01      15/12/2015 14254 DAVID PERELLO GONZALEZ <small>TRANSMITADO ELECTRÓNICAMENTE MEDIANTE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE 2CA</small>

CA295657

No obstante, con el objeto de garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima  $D_{mín}$ , entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio, determinada por la expresión:

$$D_{mín} = \frac{\sigma * I_d}{2.000 * \pi}$$

con:

$$\sigma = 75 \Omega.m.$$

$$I_d = 1000 A.$$

obtenemos el valor de dicha distancia:

$$D_{mín} = 11.94 m.$$

#### 1.7.11.7.9 Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo.



No se considera necesario la corrección del sistema proyectado. No obstante, si el valor medido de las tomas de tierra resultara elevado y pudiera dar lugar a tensiones de paso o contacto excesivas, se corregirían estas mediante la disposición de una alfombra aislante en el suelo del Centro, o cualquier otro medio que asegure la no peligrosidad de estas tensiones.

## 1.8 RED SUBTERRÁNEA EN BAJA TENSION.

Para la red subterránea de baja tensión se han previsto 2 líneas, para un total de 2 cajas generales de protección esquema 10, previstas en el interior de un nicho independiente de pared IK10, según exigencias de lo previsto en la ITC BT 018 de RBT.

### 1.8.1 DISTRIBUCIÓN DE LA ENERGÍA

La distribución de la energía eléctrica se realizará mediante las 2 líneas mencionadas, canalizadas desde el centro de transformación hasta las Cajas Generales de Protección según Normas de la Compañía Suministradora.

	<b>LSMT, CT, RSBT</b> PROYECTO DE EJECUCIÓN		 <b>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE MADRID</b> <b>VISADO</b>	CA295657
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 98 de 98		

TRANSMIADO ELECTRÓNICAMENTE MEDIANTE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE 2CA

## 1.8.2 TENSIÓN DE SUMINISTRO

La energía será entregada a la tensión nominal de 400/230 voltios en distribución trifásica con neutro, según se comentó en el capítulo específico del Centro de Transformación.

## 1.8.3 PREVISIÓN DE POTENCIA

Según se comentó en el apartado 1.5 del proyecto, la potencia previsible es de 307 kW, para la cual se han previsto un total de 2 líneas subterráneas de baja Tensión, cada una de ellas de 154 kW. Dicha potencia se reparte en 2 líneas desde el CGBT del transformador proyectado. La denominación de dichas líneas en el capítulo de cálculos es la siguiente:

TRAFO 1:

Línea 1 a CGP 1 se denomina LSBT1.

Línea 2 a CGP 2 se denomina LSBT2.

## 1.8.4 DESCRIPCIÓN DE LA RED

La red de baja tensión será subterránea con cable aislante 0,6/1 Kv bajo tubo, tendido en arena, en zanja bajo la zona dedicada a acera.

En los límites de las parcelas, se situarán los armarios de protección para el suministro a clientes, utilizando Cajas Generales de Protección homologadas por la Compañía Suministradora.

La red será trifásica con neutro a tierra. La tensión entre fases 400 V y entre fase y neutro 230 V, la frecuencia será 50 Hz.



Cuando la red discorra paralela a otros servicios o en los cruzamientos, se guardarán siempre las distancias mínimas de la reglamentación vigente.

La composición de las líneas a instalar es:

- Línea de 240 mm<sup>2</sup>

3 cables de 240 mm<sup>2</sup> para las fases y 1 cable de 150 mm<sup>2</sup> para el neutro.

El conexionado en las Cajas Generales de protección y Medida y Cuadros Generales de Baja Tensión de Centros de Transformación se realizará utilizando terminales bimetálicos a compresión marca Burndy o similar. Esta operación se efectúa con la prensa Y-35.

	LSMT, CT, RSBT PROYECTO DE EJECUCIÓN	
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 93 de 95
		 <b>VISADO</b> 15909684/01 15/12/2015 14254 DAVID PERELLO GONZALEZ <small>TRANSMITIDO ELECTRÓNICAMENTE MEDIANTE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE 2CA</small>

### 1.8.5 CANALIZACIONES ENTUBADAS BAJO ACERA O ZONA VERDE

Se ha previsto canalización entubada constituidos por tubos plásticos, dispuestos sobre lecho de arena y debidamente enterrados en zanja.

En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito. Se evitarán los cambios de dirección de los tubulares.

La zanja tendrá una anchura de 0,35 m, para la colocación de tres tubos de 160 mm  $\varnothing$ , aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar.

Se instalará un multitubo, designado como MTT 4x40, según NI 52.95.20, que se utilizará cuando sea necesario, como conducto para cables de control, red multimedia, etc. A este ducto se le dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control y red multimedia incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de arena, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de arena con un espesor de 0,10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el firme y el espesor del pavimento; para este relleno se utilizará tierra procedente de la excavación y tierra de préstamo, todo-uno, zahorra o arena.

Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón no estructural H-12,5 de unos 0,12 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

El detalle de la zanja puede verse en el capítulo de planos.



### 1.8.6 CANALIZACIONES EN CRUCES DE CALZADA

No se han previsto para las líneas subterráneas de Baja Tensión recorridos que impliquen cruces con calzadas.

### 1.8.7 CRUZAMIENTOS

Con otras conducciones de energía eléctrica: La distancia mínima de separación entre cables será de 25cm. Cuando no pueda respetarse esta distancia, el cable que se tienda en último lugar se separa mediante tubo o divisorias constituidas por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica. Las características serán las establecidas en la NI 52.95.01. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1m.

Con cables de telecomunicaciones: La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicaciones será de 25cm. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar, se separara exactamente igual que en el caso anterior.

	LSMT, CT, RSBT PROYECTO DE EJECUCIÓN	
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 98 de 98
		 15909684/01 15/12/2015 14254 DAVID PERELLO GONZALEZ <small>TRAMITADO ELECTRÓNICAMENTE MEDIANTE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE 2CA</small>

Con canalizaciones de agua y gas: Los cables se mantendrán a una distancia mínima de estas canalizaciones de 25cm. Cuando no pueda respetarse esta distancia se actuara exactamente igual que en los casos anteriores. Se evitara el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua y gas y los empalmes de las canalizaciones eléctricas se situaran a una distancia mínima de 1m del cruce.

Con conducciones de alcantarillado: Se procurara pasar los cables por encima de las alcantarillas. No se admitirá incidir en su interior. Si no es posible se pasara por debajo, disponiendo los cables con una protección de adecuada resistencia mecánica.

#### Paralelismos

Con otros conductores de energía eléctrica: Se podrán instalar paralelos a otros de AT o BT, manteniendo una distancia de 25 cm.

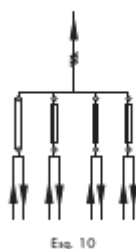
Con canalizaciones de agua y gas: Se mantendrá una distancia mínima de 25 cm, con excepción de canalizaciones de gas de alta presión (más de 4 bar), en la que la distancia será de 1m.



#### 1.8.8 ARMARIOS Y PEANAS

Según se ha comentado con anterioridad, se han previsto dos cajas GL-250A-10-BUC, alimentadas por dos líneas de 3x240 + 1x150mm<sup>2</sup> desde trafo 1. Se incluye seguidamente el detalle de la caja.



GL-250A-10-BUC



	<b>LSMT, CT, RSBT</b> PROYECTO DE EJECUCIÓN		
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 87 de 95	

Serán de poliéster, ajustándose a la normalización de IBERDROLA S.A. “serán del tipo con base extintora de arco eléctrico”. Las cajas se han previsto en nichos ventilados. De la base de la caja al suelo debe haber un mínimo de 30cm.

### 1.8.9 CONDUCTORES

Serán de aluminio aislado designación genérica AL RV 0,6/1 Kv 1 x S mm<sup>2</sup>, homologados por IBERDROLA, marca Pirelli tipo AL VOLTALENE N, siendo

R = Aislamiento de polietileno reticulado.

V = Cubierta exterior de PVC

0,6/1 kv = tensión nominal

1 = unipolar

S = Sección del cable en mm<sup>2</sup>: 240

AL = Aluminio.



### CARACTERÍSTICAS

Sección mm <sup>2</sup>	240
Ø Exterior mm - D	25.7
Intensidad enterrado A	430

En los conductores irán señalizadas las fases con cinta de color para su identificación, esta señalización se realizará según norma de la empresa. Verde, Amarillo y Marrón para las fases y Gris para el Neutro.

### 1.8.10 PUESTA A TIERRA

El neutro de cada circuito se pondrá a tierra en todas las cajas generales de protección. Se utilizarán picas de acero de carbono revestido de una capa de cobre electrolítico, la longitud de la pica será de 2 m. y el cable de conexión será de cobre de 50 mm<sup>2</sup>. Será Aislado.

	<b>LSMT, CT, RSBT</b> PROYECTO DE EJECUCIÓN		 <b>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE MADRID</b> <b>VISADO</b>	CA295657
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 98 de 98		

### 1.8.11 CONTINUIDAD DEL NEUTRO

La continuidad del conductor neutro quedará asegurada en todo momento, no pudiendo seccionarse, teniendo la continuidad a través de pletina de cobre en el armario y conexión rígida con tornillo, en terminal bimetálico.

### 1.8.12 SERVIDUMBRE IMPUESTA POR LA INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA.

Todos los terrenos por los que discurre la Red Subterránea de Baja Tensión serán cedidos a la compañía suministradora.

### 1.8.13 CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN.

#### 1.8.13.1 CRITERIOS DE CÁLCULO.-

Para la realización de los cálculos, se han seguido los siguientes criterios:

- Cálculo por intensidad máxima admisible.
- Cálculo por caída de tensión, habiéndose fijado un máximo del 5%.
- Cálculo de los fusibles de protección por longitud máxima de la línea.
- Cálculos por intensidad máxima de cortocircuito admisible en los conductores.
- Cálculos por pérdida de potencia, fijándose como criterio una pérdida máxima del 5%.

#### 1.8.13.2 PREVISION DE POTENCIA.-

La previsión de potencia se ha previsto considerando lo estipulado en la instrucción MIE BT 010 del RBT, así como en las Normas particulares de Iberdrola, en función de la clasificación. Se incluye seguidamente la tabla resumen de necesidades eléctricas por parcela, así como la dotación de Centros de Transformación.

#### 1.8.13.3 FORMULACIÓN



##### 1.8.13.3.1 INTENSIDADES.-

Se calculan mediante la fórmula:

$$P$$

$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\phi} < I_{\text{max admisible en Tablas Fabricante cable, donde:}}$

$$\sqrt{3} \times V \times \cos\phi$$

	LSMT, CT, RSBT PROYECTO DE EJECUCIÓN	
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 88 de 95
		 15909684/01      15/12/2015 14254 DAVID PERELLO GONZALEZ <small>TRAMITADO ELECTRÓNICAMENTE MEDIANTE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE 2CA</small>

CA295657

I = Intensidad en A

P = Potencia en W, según ITC-BT-10

V = Tensión en V, 400 V

Cosφ = factor de potencia, 0,8

Las intensidades de cada ramal de feeder y de cada uno de sus tramos figuran en tablas de cálculo adjuntas.

### 1.8.13.3.2 CAÍDAS DE TENSION.-

Se calculan de acuerdo con las Tablas del Fabricante del cable y mediante la fórmula:

cdt del tramo (V) = I(A) x L(Km) x cdt Tabla Fabricante (V/AxKm), para cos φ = 0,9.

$$\text{cdt del tramo (\%)} = \frac{\text{cdt del tramo (V)} \times 100}{V},$$



siendo V = 400 V.

La cdt acumulada de cada ramal del circuito, es decir la total, así como la cdt de cada tramo figuran en Tablas de cálculo adjuntas.

### 1.8.13.3.3 OTRAS CARACTERISTICAS ELECTRICAS.-

#### **PROTECCION DEL CONDUCTOR POR FUSIBLES CONTRA CORTOCIRCUITOS:**

De acuerdo con Normas Iberdrola cuando se prevea la protección del conductor por fusibles contra cortocircuitos, deberá tenerse en cuenta la longitud de la línea que realmente protege y que se indica en el siguiente cuadro en metros.

	LSMT, CT, RSBT PROYECTO DE EJECUCIÓN	
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 48 de 95
		 15909684/01 15/12/2015 14254 DAVID PERELLO GONZALEZ <small>TRAMITADO ELECTRÓNICAMENTE MEDIANTE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE 2CA</small>

CA295657

Cable	Intensidad nominal del fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 KV 3 x 240 + 1 x 150 Al	530	410	318	245	187	145
Longitudes en metros						

#### 1.8.13.4 TABLAS DE CALCULO Y RESULTADOS.-

##### 1.8.13.4.1 Descripción de la red eléctrica

- Título: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN NUEVO
- Tipo: Trifásica
- Tensión compuesta: 400.0 V
- Tensión simple: 230.9 V
- Potencia cortocircuito: 500.0 MVA
- Factor de potencia (cos Ø): 0.90



##### 1.8.13.4.2 Descripción de los materiales empleados

Los materiales utilizados para esta instalación son:

BT XLPE 0.6/1 Uni Al Enterr.

Descripción	Secc	Resist	React	I.adm.
n	mm2	Ohm/km	Ohm/km	A
3x240	240.0	0.125	0.000	430.0

La sección a utilizar se calculará partiendo de la potencia simultánea que ha de transportar el cable, calculando la intensidad correspondiente y eligiendo el cable adecuado con los valores de intensidad máxima admisible en función del tipo de instalación.

	<b>LSMT, CT, RSBT</b> PROYECTO DE EJECUCIÓN		 <b>VISADO</b>	CA295657
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 43 de 95		
TRANSMITIDO ELECTRÓNICAMENTE MEDIANTE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE 2CA				

### 1.8.13.4.3 Formulación

En corriente alterna trifásica, la formulación utilizada es la que sigue:

$$I = \frac{P}{3^{1/2} \cdot U_n \cdot \cos \varnothing}$$

$$c.d.t. = 3^{1/2} \cdot I \cdot L \cdot (R \cdot \cos \varnothing + X \cdot \sin \varnothing)$$

$$p.p. = 3 \cdot R \cdot L \cdot I^2$$



donde:

- ≡ I es la intensidad en A
- ≡ c.d.t. es la caída de tensión en V
- ≡ p.p. es la pérdida de potencia en W

### 1.8.13.4.4 Combinaciones

A continuación se detallan las hipótesis utilizadas en los consumos, y las combinaciones que se han realizado ponderando los valores consignados para cada hipótesis.

Combinación	Hipótesis Única
Combinación 1	1.00

	<b>LSMT, CT, RSBT</b> PROYECTO DE EJECUCIÓN	
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 43 de 93
		



#### 1.8.13.4.5 Resultados

Inicio	Final	Longitud m	Sección mm <sup>2</sup>	Int.adm. A	Intens. A	Caída a %	Péridid. kW
LSBT 1	CT1	8.50	3x240	266.60	246.97	0.11	0.184
LSBT 2	CT1	8.50	3x240	266.60	246.97	0.11	0.184

#### 1.8.13.4.5.1 Condición de cortocircuito

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito en redes ramificadas, se consideran dos condiciones:

- ⇒ Intensidad de cortocircuito mínima. Para cada uno de los ramales nacidos del suministro principal, se determina el trayecto que provoca la intensidad de cortocircuito de menor valor, originada por un cortocircuito en el nudo más alejado del ramal.
- ⇒ Intensidad de cortocircuito máxima. Se calcula la máxima intensidad de cortocircuito que debe soportar cada tramo, considerando que el cortocircuito se produce justo en el nudo perteneciente al tramo más cercano a la fuente de alimentación. El cálculo de intensidad tiene en cuenta únicamente las características de los tramos anteriores a dicho nudo.

	LSMT, CT, RSBT PROYECTO DE EJECUCIÓN	
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 43 de 95
		 <b>VISADO</b> 15909684/01 15/12/2015 14254 DAVID PERELLO GONZALEZ <small>TRANSMITIDO ELECTRÓNICAMENTE MEDIANTE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE 2CA</small>

Intensidades máximas de cortocircuito (en cada tramo)



Inicio	Final	Sección mm <sup>2</sup>	Int.cortocircuito kA	Tiempo máx cortocir. s
LSBT1	CT1	3x240	15.31	2.19
LSBT2	CT1	3x240	15.31	2.19

Datos de los transformadores

Trafo	Potencia trafo kVA	Tensión de primario V	Urcc (Rcc) % (mOhm)	Uxcc (Xcc) % (mOhm)	Ucc (Zcc) % (mOhm)
CT1	400.000	20000	1.30 (5.20)	3.54 (14.16)	3.77 (15.08)

Cortocircuitos en los transformadores

Trafo	Icc (Primario)	Icc (Secundario) Scc,p = infinito	Icc (Secundario) Scc,p = 500.0MVA
CT1	Icc,perm = 14.43	Icc,perm = 15.31	Icc,perm = 14.99

	<b>LSMT, CT, RSBT</b> PROYECTO DE EJECUCIÓN		 COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE MADRID <b>VISADO</b>
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 48 de 95	

Seguidamente se adjunta resumen de los cálculos efectuados:



LÍNEA	POTENCIA (kW)	LONGITUD	INTENSIDAD	SECCIÓN	TIPO CONDUCTOR	CAÍDA DE TENSIÓN
CT a CGP1	150	8.5	240.56	3x240	AL-RV	0.1
CT a CGP2	150	8.5	240.56	3x240	AL-RV	0.1

Madrid, Noviembre de 2015

El Ingeniero Técnico Industrial



DAVID PERELLÓ GONZÁLEZ

COLEGIADO Nº 14.254

	LSMT, CT, RSBT PROYECTO DE EJECUCIÓN	
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 43 de 93
		 COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE MADRID <b>VISADO</b> 15909684/01 15/12/2015 14254 DAVID PERELLO GONZALEZ <small>TRAMITADO ELECTRÓNICAMENTE MEDIANTE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE 2CA</small>

CA295657

## 2 PRESUPUESTO

	LSMT, CT, RSBT PROYECTO DE EJECUCIÓN	
	REV 1: - NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 48 de 93
		 <b>VISADO</b> 15909684/01      15/12/2015 14254 DAVID PERELLO GONZALEZ <small>TRAMITADO ELECTRÓNICAMENTE MEDIANTE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE 2CA</small>

CA295657

**CAPÍTULO 003\_1 CT**  
**SUBCAPÍTULO EBT1221 Obra civil**



EBT12211	<b>1 PREFABRICADO SUBTERRÁNEO LEKUMBIDE HASTA 630 KVA'S</b> Ud. Prefabricado subterráneo Lekumbide hasta 630 KVA's, ref CT Nº 4H, que incluye alumbrado estandar, tierras interiores para poner en continuidad con las tierras exteriores, escalera de operario, tacos estancos tipo "capa de cebolla", defensa protección del transformador, railes transformador, transporte y montaje.	1,00	20.159,78	20.159,78
EDRE443	<b>1 EXCAVACION</b> Ud. Excavación de un foso de dimensiones 3.160 x 6.300 mm. para alojar el edificio prefabricado Nº 4H, con un lecho de arena nivelada de 150 mm. (quedando una profundidad de foso libre de 3.010 mm.) y acondicionamiento perimetral una vez montado. Todo ello según detalle de planos, instalado.	1,00	1.700,00	1.700,00
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO EBT1221 Obra civil.....</b>			<b>21.859,78</b>	

**SUBCAPÍTULO EBT1222 Aparamenta de alta tensión**

EBT12221	<b>Ud Celda RM62IQIB</b> Ud compacto Merlin Gerin gama RM6, mod RM6 2IQ (2L+1P) ref RM62IQIB, para dos funcioaes de línea 4000A y una de protección, equipadas con bobina de apertura y fusibles, según Memoria, con capotes cubrebonas e indicadores de tensión ,instalada.	1,00	9.445,64	9.445,64
54RE33	<b>Ud Juego 3 conectores apantallados en "T"</b> Ud Juego de tres conectores apantallados en "T" roscados M16 400A para celdas RM6, instalados.	2,00	784,48	1.568,96
54RE331	<b>Ud Juego 3 conectores apantallados enchufables</b> Ud Juego de tres conectores apantallados enchufables rectos lisos 200A para celdas RM6, instalados.	1,00	415,74	415,74
SWE32	<b>Ud Zócalo elevación tres funciones 520mm</b> Ud zócalo elevación tres funciones 520mm, instalado.	1,00	248,00	248,00
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO EBT1222 Aparamenta de alta tensión</b>			<b>11.678,34</b>	

**SUBCAPÍTULO EBT1223 Tansformador**

FRT54	<b>Ud Transformador 400 kVA's aceite</b> Ud. Transformador reductor de llenado integral, marca Merlin Gerin, de interior y en baño de aceite mineral (según Norma UNE 21428). Potencia nominal: 400 kVA. Relación: 20/0.42 KV. Tensión secundaria vacío: 420 V. Tensión cortocircuito: 4 %. Regulación: +2,5%, +5%, +7,5%, +10%. Grupo conexión: Dyn11. Referencia: JLJ1IB0400GZ, instalado	1,00	17.190,59	17.190,59
005033GF	<b>Ud Juego de puentes AT 50mm2</b> Ud Juego de puentes III de cables AT celda-trafo, unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20kV de 50mm2 en AL con sus correspondientes elementos de conexión, instalado	1,00	1.138,04	1.138,04
0050E43	<b>Ud Complemento transformador 3 pasatapas</b> Ud Complemento de 3 pasatapas paa conexión a bornas enchufables en MT en la tapa del transformador, instalado.			

	<b>LSMT, CT, RSBT</b> <b>PROYECTO DE EJECUCIÓN</b>		 <b>VISADO</b>
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 43 de 95	

CA295657

TRAMITADO ELECTRÓNICAMENTE MEDIANTE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE 2CA

0050FR

Ud Juego 3 conectores apantallados enchufables

Ud Juego 3 conectores apantallados enchufables rectos lisos 200A para transformador.

1,00 74,81 74,81


1,00 474,72 474,72

	LSMT, CT, RSBT PROYECTO DE EJECUCIÓN	
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 48 de 95
		 <p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE MADRID</p> <p><b>VISADO</b></p> <p>15909684/01 15/12/2015 14254 DAVID PERELLO GONZALEZ</p> <p>CA:295657</p> <p><small>TRAMITADO ELECTRÓNICAMENTE MEDIANTE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE 2CA</small></p>

005034	<b>Ud Juego de puentes BT 3x(3x240)+1x(2x240)</b> Ud Juego de puentes de cables BT unipolares de aislamiento seco 0.6/1kV RZ1-K de AL, de 3x240mm2 para las fases y 2x240mm2 para el neutro y demás características según Memoria			
			1,00	1.221,47
005033E	<b>Ud Termómetro de protección térmica</b> Ud Termómetro para protección térmica de transformador, incorporado en el mismo y sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, debidamente protegidas contra sobrentensiones, instalados.		1,00	353,94
				353,94
				<b>20.453,57</b>
	<b>SUBCAPÍTULO EBT1223 Transformador.....</b>			
005042QQ	<b>SUBCAPÍTULO EBT1224 Equipos de Baja Tensión</b> <b>Ud CBT/5S</b> Ud. Cuadro de distribución baja tensión modelo JLJCBT0AS51600 de 5 salidas, con seccionador vertical 3P+N, con acometida superior y acometida auxiliar.		1,00	4.512,32
				4.512,32
				<b>4.512,32</b>
	<b>SUBCAPÍTULO 00506 Varios</b>			
005061	<b>Ud Varios</b> Ud instalaciones auxiliares y equipamiento para el Centro de transformación, consistente en: - 2 puntos de luz incandescentes, adecuados para proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la revisión y manejo del centro, incluidos equipo de alumbrado y sus elementos de mando y protección. - 1 punto de luz de emergencia autónomo para la señalización de los accesos al centro, incluidos equipo de alumbrado y sus elementos de mando y protección. - 1 Extintor de eficacia equivalente 89B. - 1 Banqueta aislante para maniobrar aparata. - 1 Par de guantes de maniobra. - 2 Placas reglamentarias "PELIGRO DE MUERTE". - Placa reglamentaria "PRIMEROS AUXILIOS"		1,00	1.950,79
				1.950,79
				<b>1.950,79</b>
	<b>SUBCAPÍTULO 3233 Red de tierra</b>			
CT023	<b>Ud Tierras exteriores 5/82 UNESA</b> Ud. de tierras exteriores código 5/82 Unesa, incluyendo 8 picas de 2,00 m. de longitud, cable de cobre desnudo, cable de cobre aislado de 0,6/1kV y elementos de conexión, instalado, según se describe en proyecto.	2	2,00	
			2,00	1.619,18
				3.238,36
				<b>3.238,36</b>
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 3233 Red de tierra .....</b>			
				<b>63.693,16</b>
	<b>TOTAL CAPÍTULO 003_1 CT .....</b>			


**CAPÍTULO 003\_2 LSMT**

CDRE43	<b>mI Canalización Aiscan - DP 160- Normal en rollos.</b> MI de tubos Aiscan DP 160, Normal en rollos, (EP-DPNR), , con separadores, según detalles de planos, incluso pp de accesorios aiscan MP, instalado.	110	4,00			440,00			
							440,00	9,13	4.017,20
CY062	<b>MI Línea de Media Tensión 3x240mm² AI 12/20kV</b> MI de línea de media tensión 3x240mm² 20kV de aislamiento, de aluminio, marca Prysmian o similar, compuesta por tres conductores tipo unipolar AI Eprotenax H compact 1x240+16mm² 12/20kV y designación genérica HEPRZ1 , incluido pp de accesorios, empalmes, ...instalada y probada.	2	110,00			220,00			
							220,00	53,74	11.822,80
VFRE4	<b>ud Arq. pref. IBERDROLA 695mmx695mmx110mm (AxLxH) con tapa</b> Arqueta prefabricada Vipren de 80x80x110 (LxAxH) cm ref 7, con tapa ciega, colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/40/I de 10 cm. de espesor (incluido) incluso la excavación y el relleno perimetral posterior, instalada.	7				7,00			
							7,00	87,00	609,00
E02EM030-1	<b>m3 EXC. ZANJA A MÁQUINA</b> Excavación en zanjas, por medios mecánicos, con extracción de tierras y escombros a los bordes. Con la utilización de todos los medios auxiliares necesarios para la correcta ejecución de la unidad. Totalmente realizado, acabado.	1	110,00	0,40	1,00	44,00			
							44,00	4,91	216,04
E02SZ070-1	<b>m3 RELL / COMP.ZANJA C/ APORTACIÓN ARENA RIO/ HORMIGON</b> Relleno, extendido y compactado de tierras con arena de rio u hormigón no estructural según detalle de planos, por medios manuales, con pisón compactador manual tipo rana, con aporte de tierras, incluso regado de las mismas. Según planos. Con la utilización de todos los medios auxiliares necesarios para la correcta ejecución de la unidad. Totalmente realizado, acabado.	1	110,00	0,40	0,50	22,00			
							22,00	7,21	158,62
U01ZS011-1	<b>m3 CARGA Y TRANSPORTE EN OBRA DENTRO DEL SECTOR</b> Carga y transporte en obra de material sin clasificar a zona ubicada dentro del recinto del sector del PAU, previamente apilado, medido s/perfil, con medios mecánicos. Según planos. Con la utilización de todos los medios auxiliares necesarios para la correcta ejecución de la unidad. Totalmente realizado, acabado.								
	Excav. zanjas	1	110,00	0,40	1,00	44,00			
							44,00	0,77	33,88
E02SZ070-2	<b>m3 RELL / COMP.ZANJA C/ APORTACIÓN TIERRA / HORMIGÓN</b> Relleno, extendido y compactado de tierras con tierra, por medios manuales, con pisón compactador manual tipo rana, con aporte de tierras u hormigón según detalle de planos, incluso regado de las mismas, con placa de protección, multiducto y cinta de señalización según planos, con reposición de pavimento (acera o asfalto). Con la utilización de todos los medios auxiliares necesarios para la correcta ejecución de la unidad. Totalmente realizado, acabado.	1	110,00	0,40	0,50	22,00			
							22,00	7,21	158,62
<b>TOTAL CAPÍTULO 003_2 LSMT .....</b>									<b>17.016,16</b>

	<b>LSMT, CT, RSBT</b> <b>PROYECTO DE EJECUCIÓN</b>		INSTALACIONES - Página 50 de 95	
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015			

**CAPÍTULO 003\_3 RSBT**

EBT040014103	<b>MI Circuito 3x(1x240) + 1x150 Al RV en tubo doble capa 160mm</b> ML. de circuito de 3x1x240 + 1x150mm <sup>2</sup> con designación genérica Al RV de Prysmian, tipo AL VOLTALENE N , en tubo corrugado tipo "Aiscan DP-DRN Normal (Rollos) "de pared múltiple interior lisa y exterior corrugada de 160mm, i/ pp de accesorios de montaje y/o conexión, empalmes normalizados, y elementos de conexión necesarios hasta CGPM y/o CGBT del Centro de Transformación, probado.	2	10,00			20,00			
							20,00	47,51	950,20
98U7DE	<b>ud CGP GL-250A-10-BUC y nicho</b> Caja General de protección de máxima seguridad, modelo GL-250A-10-BUC de Uriarte, según normas de la Cía. suministradora, incluso nicho de hormigon de 1000x1500x300 (LxAxP) con puerta ref PU-MET-700mmx560mm de Uriarte y puesta a tierra para el neutro mediante pica de acero corbrizado de 2m de longitud y 14,3mm de diámetro unidas con cable de cobre desnido de 50mm <sup>2</sup> y conexión a neutro con cable de cobre de 120mm <sup>2</sup> RZ1-K, instalado todo, incluyendo transporte, montaje y conexionado.	2				2,00			
							2,00	1.017,35	2.034,70
E02EM030-1R	<b>m3 EXC. ZANJA A MÁQUINA</b> Excavación en zanjas, por medios mecánicos, con extracción de tierras y escombros a los bordes. Con la utilización de todos los medios auxiliares necesarios para la correcta ejecución de la unidad. Totalmente realizado, acabado.	1	10,00	0,35	0,90	3,15			
							3,15	4,91	15,47
E02SZ070-1R	<b>m3 RELLENO / COMP.ZANJA C/ APORTACIÓN ARENA RIO</b> Relleno, extendido y compactado de tierras con arena de rio u hormigón no estructural según detalle de planos, por medios manuales, con pisón compactador manual tipo rana, con aporte de tierras, incluso regado de las mismas. Según planos. Con la utilización de todos los medios auxiliares necesarios para la correcta ejecución de la unidad. Totalmente realizado, acabado.	1	10,00	0,35	0,40	1,40			
							1,40	7,21	10,09
U01ZS011-1R	<b>m3 CARGA Y TRANSPORTE EN OBRA DENTRO DEL SECTOR</b> Carga y transporte en obra de material sin clasificar a zona ubicada dentro del recinto del sector del PAU, previamente apilado, medido s/perfil, con medios mecánicos. Según planos. Con la utilización de todos los medios auxiliares necesarios para la correcta ejecución de la unidad. Totalmente realizado, acabado.	1	10,00	0,35	0,90	3,15			
							3,15	0,77	2,43
E02SZ070-2R	<b>m3 RELLENO / COMP.ZANJA C/ APORTACIÓN TIERRA</b> Relleno, extendido y compactado de tierras con tierra, por medios manuales, con pisón compactador manual tipo rana, con aporte de tierras, incluso regado de las mismas, con placa de protección, multi-ducto y cinta de señalización según planos, con reposición de pavimento (acera o asfalto). Con la utilización de todos los medios auxiliares necesarios para la correcta ejecución de la unidad. Totalmente realizado, acabado.	1	10,00	0,35	0,40	1,40			
							1,40	7,21	10,09
<b>TOTAL CAPÍTULO 003_3 RSBT .....</b>									<b>3.022,98</b>

	<b>LSMT, CT, RSBT</b> <b>PROYECTO DE EJECUCIÓN</b>		INSTALACIONES - Página 51 de 95	
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015			

**CAPÍTULO 003\_4 VARIOS**

Elec056

Ud Tramitación legalización instalación eléctrica

UD. Tramitación de la instalación ante la dirección general de Industria y/o Organismo de colaboración autorizado, generando los boletines necesarios y adjuntando el proyecto y dirección de obra de la ingeniería DF, incluso tasas .


	1,00	1.924,00	1.924,00
<b>TOTAL CAPÍTULO 003_4 VARIOS .....</b>			<b>1.924,00</b>
<b>TOTAL .....</b>			<b>85.656,30</b>

Madrid, Noviembre de 2015



El Ingeniero Técnico Industrial

DAVID PERELLÓ GONZÁLEZ

COLEGIADO Nº 14.254

	LSMT, CT, RSBT PROYECTO DE EJECUCIÓN	
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 52 de 95
		 <p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE MADRID <b>VISADO</b> 15909684/01 15/12/2015 14254 DAVID PERELLO GONZALEZ CA:295657 TRAMITADO ELECTRÓNICAMENTE MEDIANTE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE 2CA</p>

### 3 PLIEGO DE CONDICIONES

	LSMT, CT, RSBT PROYECTO DE EJECUCIÓN	
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 53 de 93
		 <b>VISADO</b> 15909684/01      15/12/2015 14254 DAVID PERELLO GONZALEZ <small>TRAMITADO ELECTRÓNICAMENTE MEDIANTE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE 2CA</small>

CA295657

### 3.1 LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN

#### 3.1.1 CALIDAD DE LOS MATERIALES: CONDICIONES Y EJECUCIÓN.

Los materiales a instalar en la parte propiedad de IBERDROLA, tendrán la calificación de material aceptado para su instalación en estas redes. Para la calificación de un material como aceptado, se ha establecido un sistema que cumple la legislación vigente, exigiendo las certificaciones oficiales cuando existan, y para cubrir aquellos puntos que quedan abiertos o sin definir por la normativa y certificaciones oficiales (nacionales, comunitarias e internacionales) o sectoriales (UNESA) ha sido necesarios establecer, por parte de IBERDROLA, unas Normas Técnicas y modalidades de Aprovisionamientos. El sistema de calificación de IBERDROLA se basa fundamentalmente en los puntos siguientes:

. Cumplir con la Directiva 85/374/CEE de 25 de julio de 1985, sobre Responsabilidad Civil por los daños ocasionados por productos defectuosos, transpuesta a la legislación española por la ley 22/1994 de 6 de julio (BOE nº 161 de 7 de julio 1994). En el sistema de calificación se recogen las recomendaciones de los consorcios aseguradores sobre medidas que deben establecerse para la correcta protección frente a consecuencias derivadas de la ley de Responsabilidad Civil.

. Cumplir con el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y la seguridad Industrial (BOE 6 febrero 1996) - R.D. 2200/1995- 28 diciembre. Para ello, las actividades de calificación del producto se desarrollan siguiendo las directrices de este Reglamento.

. Exigir el Registro de Empresa según la ISO 9000 aplicable en cada caso, a través de una Entidad de Certificación. Con esta exigencia se verifica la capacidad de los medios organizativos y de producción para asegurar la calidad.

. Exigir al suministrador el cumplimiento de la legislación Medio Ambiental aplicable. En cuanto al producto, exigir cumpla en lo referente a materiales tóxicos y peligrosos, sus condiciones de explotación y achatarramiento.

. Las características específicas de las instalaciones de IBERDROLA. Estas instalaciones se diseñan para 40 años y para un funcionamiento de 24 horas al día, con un alto grado de Calidad de Servicio y una gran exposición al público.

Como solución a todo lo anterior se ha llegado a un sistema de calificación basado en la verificación de las características del Binomio PRODUCTO-SUMINISTRADOR que se especifica en la NI 00.08.00 "Calificación de suministradores y elementos tipificados".

Se exceptúan de esta calificación aquellos materiales que, por su pequeña importancia, carecen de Normas UNE o Normas NI que los definan.

Aquellos materiales propiedad del cliente, cuyo control y maniobra corresponden a IBERDROLA, deberán tener la calificación de material aceptado, según NI 00.08.00, para que se admita su instalación. Este grupo lo constituyen: las celdas de entrada y salida y el seccionador de corte de los CS, CT y STR particulares y los seccionadores unipolares y cortacircuitos de expulsión a instalar en las derivaciones particulares.

Los restantes materiales a utilizar en las instalaciones propiedad del cliente, deberán ajustarse a Normas nacionales (UNE, UNESA, etc.), y su calidad certificada por la Entidad

	<b>LSMT, CT, RSBT</b> PROYECTO DE EJECUCIÓN	
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 54 de 95
		 15909684/01 15/12/2015 14254 DAVID PERELLO GONZALEZ <small>TRANSMISSIONELECTRÓNICAMENTE MEDIANTE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE 2CA</small>

correspondiente (Marca de conformidad a Normas UNE, Certificado de Calidad UNESA, etc.), recomendándose el empleo de materiales aceptados por IBERDROLA, de forma que se unifiquen en lo posible las instalaciones que estén situadas dentro del ámbito de IBERDROLA.

Los materiales para las redes de 11, 13,2 y 15 kV, estarán previstos para su funcionamiento a 20 kV. En el caso de los transformadores, todos ellos estarán previstos para su funcionamiento a la tensión nominal primaria de 20 kV sin más que establecer el conexionado correspondiente en el devanado primario en aquéllos que hayan de funcionar inicialmente a tensiones diferentes.

Los materiales para las redes de baja tensión corresponderán en conductores aislados, a las series de tensión normal de 0,6/1 kV; para el resto de materiales, sus características se indican en las normas correspondientes.

Todos los materiales siderúrgicos serán como mínimo de acero AE-275-B s/UNE 36-080. Estarán galvanizados por inmersión en caliente para protegerlos de la oxidación y corrosión, según Norma NI 00.06.10 o será de naturaleza resistente a la corrosión.

### 3.1.2 CONDUCTORES:



Los tipos normalizados y las características esenciales son las que figuran en la tabla 1.

Todos los cables especificados en esta norma cumplirán con lo establecido en la RU 3305 C.

Tabla 1

Tipos normalizados y características esenciales

Tipo constructivo	Tensión nominal kV	Sección mm <sup>2</sup>	Sección pantalla mm <sup>2</sup>	Suministro		Códigos	
				Longitud normalizada $\pm 2\%$ m	Tipo de bobina UNE 21 167	Antiguo	Nuevo
DHZ1  (Fig. 1)	12/20	50	16	820	14	56 34 60	56 41 714
		150	16	1000	20	56 34 62	56 41 718
		240	16	1000	22	56 34 64	56 41 720
		400	16	1000	22	56 34 65	56 41 722
	18/30	50	16	580	14	56 35 59	56 43 714
		150	25	1000	22	56 35 61	56 43 718
		240	25	1000	22	56 35 62	56 43 720
		400	25	1000	22	56 35 63	56 43 722

	<b>LSMT, CT, RSBT</b> PROYECTO DE EJECUCIÓN		
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 58 de 95	

		185	25	1000	25	56 35 80	56 44 719
	26/45	300	25	1000	25	56 35 81	56 44 721
		500	25	750	25	56 35 82	56 44 723

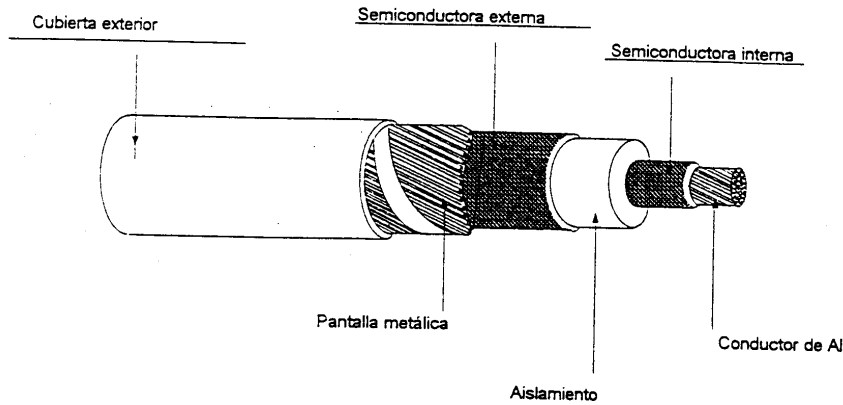


Fig. 1: Constitución del cable

### 3.1.2.1 Conductor

Estará constituido por una cuerda circular compacta de Al, según UNE 21 022 clase 2.

### 3.1.2.2 Aislamiento

Estará constituido por un dieléctrico seco extruido, mediante el proceso denominado "triple extrusión". Su espesor nominal, en mm, será el indicado en la tabla 2.

- tipo de aislamiento: Mezcla a base de etileno propileno (EPR). Las características de este material serán las especificadas en la tabla 3 de la RU 3305 C
- designación: Según UNE 21 123
- temperatura máxima en servicio permanente: 90°C
- temperatura máxima en cortocircuito en máximo 5 s: 250°C

	<b>LSMT, CT, RSBT</b> PROYECTO DE EJECUCIÓN		 <b>VISADO</b>
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 58 de 95	

Tabla 2

Espesor nominal en mm

Sección nominal del conductor mm <sup>2</sup>	Espesor nominal del aislamiento de los cables de tensión asignada		
	12/20 kV mm	18/30 kV mm	26/45 kV mm
50	5,5	8,0	--
150	5,5	8,0	--
185	--	--	8,5
240	5,5	8,0	--
300	--	--	8,5
400	5,5	8,0	--
500	--	--	8,5

### 3.1.2.3 Pantalla sobre el conductor

Estará constituida por una capa de mezcla semiconductor extruida, adherida al aislamiento en toda su superficie, de espesor medio mínimo 0,5 mm y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento.



Sólo para las secciones mayores será opcional el colocar una cinta semiconductor entre el conductor y la capa semiconductor extruida.

### 3.1.2.4 Pantalla sobre el aislamiento

La pantalla será según la RU 3305 C.

Para la tensión 26/45 kV tendrá las divergencias siguientes:

- la pantalla sobre el aislamiento estará constituida por una parte no metálica asociada a una parte metálica.
- la parte no metálica estará formada por una de mezcla semiconductor extruida, separable en caliente, de espesor medio mínimo de 0,5 mm.

	<b>LSMT, CT, RSBT</b> PROYECTO DE EJECUCIÓN		 <b>VISADO</b> 15909684/01      15/12/2015 14254 DAVID PERELLO GONZALEZ <small>TRANSMIADO ELECTRÓNICAMENTE MEDIANTE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE 2CA</small>	CA296557
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 57 de 95		

- para la tensión 26/45 kV, es necesario que el aislamiento y la capa semiconductora (la pantalla no metálica), estén completa y fuertemente adheridas, ya que estos cables trabajan a mayor gradiente.

- la parte metálica estará constituida por una corona de alambres de Cu dispuestos en hélice a paso largo y una cinta de Cu, de una sección de 1 mm<sup>2</sup> como mínimo, aplicada con un paso no superior a cuatro veces el diámetro sobre la corona de alambres.

- la sección nominal de la pantalla metálica será de 25 mm<sup>2</sup> y se calculará de acuerdo con el método descrito en la norma UNE 21 192.

### 3.5 Cubierta exterior

Estará constituida por un compuesto termoplástico a base de poliolefina, de color rojo. Su espesor nominal según UNE 21 123 (1) tendrá el valor indicado en la tabla 3.

Tabla 3



Espesor nominal de la cubierta exterior en mm

Sección nominal del conductor mm <sup>2</sup>	Espesor nominal de la cubierta exterior de los cables de tensión asignada		
	12/20 kV mm	18/30 kV mm	26/45 kV mm
50	2,5	2,7	--
150	3,0	3,0	--
185	--	--	3,0
240	3,0	3,0	--
300	--	--	3,0
400	3,0	3,0	--
500	--	--	3,0



En lo que se refiere a sus características mecánicas cumplirá con lo indicado en la tabla 4.

Tabla 4

Características de la cubierta

	<b>LSMT, CT, RSBT</b> PROYECTO DE EJECUCIÓN		
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 58 de 95	

Propiedades mecánicas	Unidad	Valor
Sin envejecimiento de la muestra		
- Resistencia mínima a la tracción	N/mm <sup>2</sup>	15
- Alargamiento mínimo en la rotura	%	500
Después del envejecimiento de la muestra		
- Tratamiento		
. temperatura	°C	110±2
. duración	h	336
- Alargamiento mínimo a la rotura	%	300
Después del envejecimiento del cable completo (ensayo de no contaminación)		
- Tratamiento		
. temperatura	°C	100±2
. duración	h	168
- Alargamiento mínimo a la rotura	%	300
Pérdida de masa		
- Tratamiento		
. temperatura	°C	100±2
. duración	h	168
- Pérdida máxima de masa	mg/cm <sup>2</sup>	0,5
Presión a temperatura elevada		
- Tratamiento		
. temperatura	°C	115±2
. duración	h	6
- Coeficiente K		0,7
- Profundidad máxima de la huella	%	50

	<b>LSMT, CT, RSBT</b> PROYECTO DE EJECUCIÓN		
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 58 de 95	

CA295657

15909684/01 15/12/2015  
 14254 DAVID PERELLO GONZALEZ



TRANSMITIDO ELECTRÓNICAMENTE MEDIANTE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE 2CA

Comportamiento a baja temperatura		
- Alargamiento en frío		
. temperatura	°C	-30±2
. alargamiento mínimo en la rotura	%	20
Resistencia al desgarro		
- Temperatura	°C	20±5
- Resistencia mínima	N/mm	24
Contracción		
- Tratamiento		
. temperatura	°C	80±2
. duración	h	5x5
- Contracción máxima	%	7

Tabla 4 (fin)

Características de la cubierta

Propiedades mecánicas	Unidad	Valor
Resistencia a la abrasión		
- Temperatura	°C	20±5
- Masa aplicada	kg	36
- Número de desplazamientos		8
- Velocidad de aplicación	m/s	0,3±15 %
Ensayo de absorción de agua (Método gravimétrico)		
- Temperatura del agua		
- Tiempo de inmersión	°C	85±2
- Variación máxima de masa	h	336
	mg/cm <sup>2</sup>	0,5

	<b>LSMT, CT, RSBT</b> PROYECTO DE EJECUCIÓN		
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 68 de 95	

CA295657

Contenido en metales pesados		
- Plomo	%	< 0,5
Emisión de gases ácidos		
- Valor mínimo del pH		4,3
- Valor máximo de la conductividad	μS/mm	10
Pérdida de las características mecánicas debida a la exposición a la intemperie		
- Variación máxima del alargamiento	%	15
- Variación máx. de la resistencia a la tracción	%	15

### 3.1.2.5 Protección del medio ambiente.-



En su composición, el material de cubierta exterior del cable no contendrá hidrocarburos volátiles, halógenos ni metales pesados con excepción del plomo, del que se admitirá un contenido inferior al 0,5%.

Además el cable, en su diseño y construcción, permitirá una fácil separación y recuperación de los elementos constituyentes para el reciclado o tratamiento adecuado de los mismos al final de su vida útil.

### 3.1.2.6 Marcado

Llevará inscritas sobre la cubierta, de forma legible e indeleble, las marcas siguientes:

- nombre del fabricante
- designación completa del cable

	<b>LSMT, CT, RSBT</b> PROYECTO DE EJECUCIÓN		
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 63 de 93	

- año de fabricación (dos últimas cifras)
- referencia de calidad UNESA
- indicación de calidad concertada, cuando la tenga
- identificación para la trazabilidad (nº de partida u otro)

La separación entre marcas no será superior a 30 cm.

### 3.1.2.7 Utilización

En instalaciones de líneas subterráneas de alta tensión hasta 45 kV a construir por Iberdrola o por terceros que posteriormente pasarán a ser explotadas por Iberdrola.

El cable de 1x50 mm<sup>2</sup> se utilizará exclusivamente en los enlaces entre celdas y transformador, en centros de transformación.

### Designación y denominación

Estos cables se designarán mediante las indicaciones siguientes:

- tipo constructivo: DHZ1
- tensión nominal en kV: 12/20, 18/30 y 26/45 kV
- relativo al conductor: 1: unipolar  
sección en mm<sup>2</sup>  
A1. Naturaleza del conductor  
K. Forma circular compacta
- relativo a la pantalla: Sección de la pantalla metálica, precedida del signo +y la letra H

Denominación

Ejemplo: Cable DHZ1 12/20 kV 1x150 K Al + H16 NI 56.40.02

### 3.1.2.8 Tendido:

Los radios mínimos de curvatura que el cable puede adoptar en su posición definitiva se pueden calcular en función del diámetro exterior del cable (D) y del diámetro del conductor (d):

- $10(D + d)$ , para los cables unipolares apantallados y para los armados o con conductor concéntrico.
- $7,5(D + d)$ , para los restantes tipos.
- $16D$  para cables de 26/45 kV.

Estos límites no se aplican a las curvaturas a que el cable pueda estar sometido durante su tendido, cuyos radios deben tener un valor superior.

Los esfuerzos de tracción no deben aplicarse a los revestimientos de protección, sino a los conductores de cobre o de aluminio, recomendándose que las solicitaciones no superen los 6 Kg/mm<sup>2</sup> de sección del conductor para cables unipolares y de 5 Kg por mm<sup>2</sup> para cables tripolares de cobre.

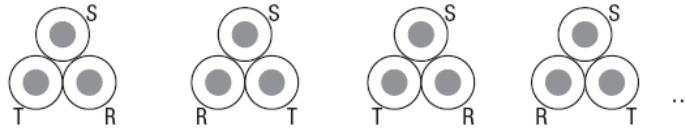
Para conductores de aluminio se aplicará un esfuerzo de 3 Kg/mm<sup>2</sup> tanto para conductores unipolares como tripolares. Cuando el esfuerzo previsto exceda de los valores admisibles mencionados, se deberá recurrir al empleo de cables armados con alambres (tipo M o MA); en este caso se aplicará el esfuerzo a la armadura, sin superar del 25 al 30 % de la carga de rotura teórica de la misma.

Durante el tendido es conveniente detener el tiro del cable lo menos posible, es mejor llevar una baja velocidad de tiro que tener que arrancar de parado porque los rozamientos estáticos son superiores a los dinámicos.

Cuando la intensidad a transportar sea superior a la admisible por un solo conductor se podrá instalar más de un conductor por fase, según los siguientes criterios:

- Emplear conductores del mismo material, sección y longitud.
- Los cables se agruparán al tresbolillo, en ternas dispuestas en uno o varios niveles, por ejemplo:

- Temas en un nivel:



- Temas apiladas en diferentes niveles:



La temperatura del cable durante la operación de tendido, en una instalación fija, en toda su longitud y durante todo el tiempo de la instalación, en que está sometido a curvaturas y enderezamientos, no debe ser inferior a 0 °C. Esta temperatura se refiere a la del propio cable, no a la temperatura ambiente. Si el cable ha estado almacenado a baja temperatura durante cierto tiempo, antes del tendido deberá llevarse a una temperatura superior a 0 °C manteniéndolo en un recinto caldeado durante varias horas inmediatamente antes del tendido.

### 3.1.2.9 Empalmes:

Adjuntamos seguidamente las características de los empalmes propuestos.

## ELASPEED

### DESCRIPCIÓN

**EMPALME UNIVERSAL CONTRÁCTIL EN FRÍO. Versión 1.2, (hasta 18/30 kV)**

Ref. norma: HD 628; HD 629.

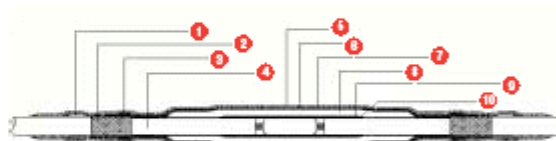
Correspondencia con las normas: IEC 60502-4; IEC 60055.

Nivel máximo de tensión: 18/30 kV.



### COMPONENTES

- 1- **MUELLE DE PRESIÓN CTE.:**  
Conecta la malla con la pantalla del cable.
- 2- **SEMICONDUCTORA DEL CABLE:**  
Envuelve y protege de descargas eléctricas.
- 3- **CINTA DE SELLADO**
- 4- **AISLAMIENTO DEL CABLE:**  
Aislamiento del cable.
- 5- **ENVOLVENTE:**  
Protección externa del empalme.
- 6- **PANTALLA:**  
Malla de cobre que da continuidad a la pantalla del cable.
- 7- **CAPA SEMICONDUCTORA:**  
Continuidad semiconductoras externa cables.
- 8- **CAPA AISLANTE:**  
Aislante.
- 9- **CAPA DIELECTRICA:**  
De alta constante dieléctrica.
- 10- **ELECTRODO:**  
Integrado en los empalmes para 12/20 kV.



### CARACTERÍSTICAS

**EMPALME CONTRÁCTIL EN FRÍO:**

- Completamente integrado.
- Alta fiabilidad.
- Para todo tipo de cables.

Versión unipolar y tripolar.



Desde 6/10 kV hasta 18/30 kV.

Para cables con aislamiento polimérico y papel impregnado.

Con posibilidad de refuerzos mecánicos.

Fácil y rápido de instalar.

- Nuevo soporte autoextraíble, para un ahorro de tiempo, una disminución de errores de extracción del soporte y una instalación más limpia.
- Nuevas placas de sellado que minimizan la posibilidad de error tanto en la cantidad como en el dimensionado e incorpora un film que facilita el deslizamiento de la cubierta.
- Nuevo aceite lubricante, que facilita el desdoblamiento de la cubierta.

	<b>LSMT, CT, RSBT</b> PROYECTO DE EJECUCIÓN		 <b>VISADO</b> 14254 DAVID PERELLO GONZALEZ 15/12/2015
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 65 de 95	

## CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

Modelo empalme	Tensión (kV)	Diámetro aislamiento cable (mm)	
		Mínimo	Máximo
D	12/20	17.2	32.0
E	12/20	19.0	34.0
F	12/20	23.1	44.0
H	18/30	24.4	46.0
IP	18/30	27.8	52.0
I	18/30	31.9	62.0

Este empalme puede emplearse para unir cables trifásicos con igual o diferente naturaleza de aislante y campo eléctrico (empalmes mixtos), lo que le permite ampliar el carácter de aplicación universal que tenía hasta ahora empalmando cables unipolares de aislamiento seco y papel. En los empalmes tripolares para cables de aislamiento de papel impregnado y mixtos está incluida la caja de protección de poliéster y microesferas. Para cables con papel impregnado, añadir el kit de adaptación CPI-E.

Para consulta de los diámetros sobre aislamiento en función de la sección y tensión, consultar páginas 37 y 59 para cables Eprotenax y Voltalene, respectivamente.

## APLICACIÓN

Sección (mm <sup>2</sup> )	6/10 kV RHZ1	8.7/15 kV RHZ1	12/20 kV		15/25 kV RHZ1	18/30 kV	
			RHZ1	HEPRZ1		RHZ1	HEPRZ1
50	-	D	D	D	E-D	H	H
70	D	E-D	E-D	D-E	H	H	H
95	D	E-D	F-D-E	E-D	H	H-IP	H
120	E-D	E	F-D-E-H	E-D	H	H-IP	H
150	E-D	F-E	F-E-H	E-F	IP-H	H-IP	H
185	F-E	F-H	F-H	F-E-H	IP-H	H-IP-I	H-IP
240	F-H	F-H-IP	F-H-IP	F-H-IP	I-H-IP	IP-H-I	IP-H
300	H-IP	H-IP	IP-H-I	H-IP	I-H-IP	IP-H-I	IP-H-I
400	H-IP	H-IP-I	IP-H-I	H-I-IP	I-IP	I-IP	I-IP
500	H-IP-I	H-IP-I	I-IP	I-IP	I-IP	I-IP	I-IP
630	H-IP-I	H-IP-I	I-IP	I-IP	I	I	I
800	I	I	I	I	I	I	I

Nota: se ha remarcado la talla más recomendable para cada sección en color rojo.

## PROCESO DE MONTAJE

	<p>Se realizan cortes para la extracción de la cubierta exterior dejando una distancia para la conexión de la pantalla de hilos de cable y se extrae la capa semiconductora (con especial cuidado de no afectar al aislamiento) para posteriormente hacer la conexión de los conductores. Una vez hecha la unión de los conductores, centramos el empalme sobre el manguito.</p>
	<p>Por medio de las dos palancas suministradas rompemos el tubo de soporte realizando un movimiento de torsión sobre el empalme. Posteriormente se cortan las gomas que mantienen sujeta la pantalla y mediante los anillos metálicos de presión constante suministrados realizaremos la operación de conexión de las pantallas. Sobre los cables previamente preparados aplicamos las placas de sellado de goma vulcanizable.</p>
	<p>Finalizaremos el montaje del empalme desdoblado las cubiertas, estirando de las cintas de goma incorporadas en el propio empalme.</p>

### 3.1.2.10 Terminales:

Las celdas IM previstas en el equipamiento base disponen de bornes para conexión de cable seco unipolar de sección igual o inferior a 400mm<sup>2</sup>.

### 3.1.2.11 Protecciones:

Las protecciones eléctricas previstas no son objeto del presente proyecto, al tratarse de una ampliación de la línea existente.

### 3.1.2.12 Accesorios:

Los empalmes y terminales serán adecuados 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.)

Los empalmes y terminales se realizarán siguiendo el MT-NEDIS correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones del fabricante.

Terminales: Las características de los terminales serán las establecidas en la NI 56.80.02. Los conectores para terminales de AT quedan recogidos en NI 56.86.01.

En los casos que se considere oportuno el empleo de terminales enchufables, será de acuerdo con la NI 56.80.02

Empalmes: Las características de los empalmes serán las establecidas en la NI 56.80.02.

### 3.1.2.13 Zanjas: ejecución, tendido, cruzamientos, paralelismos, señalización y acabado.



#### 3.1.2.13.1 Directamente enterrados

Estas canalizaciones de líneas subterráneas, deberán proyectarse teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) La canalización discurrirá por terrenos de dominio público bajo acera, no admitiéndose su instalación bajo la calzada excepto en los cruces, y evitando siempre los ángulos pronunciados.
- b) El radio de curvatura después de colocado el cable será como mínimo, 15 veces el diámetro. Los radios de curvatura en operaciones de tendido será superior a 20 veces su diámetro.
- c) Los cruces de calzadas serán perpendiculares al eje de la calzada o vial, procurando evitarlos, si es posible sin perjuicio del estudio económico de la instalación en proyecto, y si el terreno lo permite. Deberán cumplir las especificaciones del apartado 9.3.

Los cables se alojarán en zanjas de 0,8 m de profundidad mínima y una anchura mínima de 0,35 m que, además de permitir las operaciones de apertura y tendido, cumple con las condiciones de paralelismo, cuando lo haya.

El lecho de la zanja debe ser liso y estar libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. En el mismo se colocará una capa de arena de mina o de río lavada, limpia y suelta, exenta de

	LSMT, CT, RSBT PROYECTO DE EJECUCIÓN		 <b>VISADO</b> 15/12/2015 14254 DAVID PERELLO GONZALEZ	CA206657
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 68 de 95		

sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, y el tamaño del grano estará comprendido entre 0,2 y 3 mm, de un espesor de 0,10 m, sobre la que se depositará el cable o cables a instalar. Encima irá otra capa de arena de idénticas características con un espesor mínimo de 0,10 m, y sobre ésta se instalará una protección mecánica a todo lo largo del trazado del cable, esta protección estará constituida por un tubo de plástico cuando existan 1 ó 2 líneas, y por un tubo y una placa cubrecables cuando el número de líneas sea mayor, las características de las placas cubrecables serán las establecidas en las NI 52.95.01. Las dos capas de arena cubrirán la anchura total de la zanja teniendo en cuenta que entre los laterales y los cables se mantenga una distancia de unos 0,10 m. A continuación se tenderá una capa de tierra procedente de la excavación y con tierras de préstamo de, arena, todo-uno o zahorras, de 0,25 m de espesor, apisonada por medios manuales. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes. Sobre esta capa de tierra, y a una distancia mínima del suelo de 0,10 m y 0,30 m de la parte superior del cable se colocará una cinta de señalización como advertencia de la presencia de cables eléctricos, las características, color, etc., de esta cinta serán las establecidas en la NI 29.00.01.

El tubo de 160 mm Ø que se instalará como protección mecánica, podrá utilizarse, cuando sea necesario, como conducto para cables de control, red multimedia e incluso para otra línea de MT.

A continuación se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación y con tierras de préstamo de, arena, todo-uno o zahorras, debiendo de utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos. Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón de H125 de unos 0,12 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

### 3.1.2.13.2 Canalización entubada.

Estarán constituidos por tubos plásticos, dispuestos sobre lecho de arena y debidamente enterrados en zanja. Las características de estos tubos serán las establecidas en la NI 52.95.03.

En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito. Se evitará en lo posible los cambios de dirección de los tubulares. En los puntos donde estos se produzcan, se dispondrán preferentemente de calas de tiro y excepcionalmente arquetas ciegas, para facilitar la manipulación.



La zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m para la colocación de dos tubos de 160 mm Ø aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar. En las líneas de 20 kV con cables de 400 mm<sup>2</sup> de sección y las líneas de 30 kV (150, 240 y 400 mm<sup>2</sup> de sección) se colocarán tubos de 200 mm Ø, y se instalarán las tres fases por un solo tubo.

Cuando se considere necesario instalar tubo para los cables de control, se instalará un tubo más de red de 160 mm Ø destinado a este fin.

Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos.

En los planos 5, 6 y 7 y en las tablas del anexo, se dan varios tipos de disposición de tubos y a título orientativo, valores de las dimensiones de la zanja.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de 0,05 m de espesor de arena, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A

	<b>LSMT, CT, RSBT</b> PROYECTO DE EJECUCIÓN		
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 69 de 95	

continuación se colocará otra capa de arena con un espesor de 0.10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el firme y el espesor del pavimento, para este relleno se utilizará todo-uno, zahorra o arena.

Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón de H125 de unos 0,12 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

### 3.1.2.13.3 Condiciones generales para cruzamientos y paralelismos

La zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m para la colocación de dos tubos rectos de 160 mm  $\varnothing$  aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar. En las líneas de 20 kV con cables de 400 mm<sup>2</sup> de sección y las líneas de 30 kV (150, 240 y 400 mm<sup>2</sup> de sección) se colocarán tubos de 200 mm  $\varnothing$ , y se instalarán las tres fases por un solo tubo.

Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos. En los planos 8, 9 y 10 y en las tablas del anexo, se dan varios tipos de disposición de tubos y a título orientativo, valores de las dimensiones de la zanja.

La profundidad de la zanja dependerá del número de tubos, pero será la suficiente para que los situados en el plano superior queden a una profundidad aproximada de 0,60 m, tomada desde la rasante del terreno a la parte inferior del tubo ( véase en planos)

En los casos de tubos de distintos tamaños, se colocarán de forma que los de mayor diámetro ocupen el plano inferior y los laterales.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de 0,05 m de espesor de hormigón H 125, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de hormigón H 125 con un espesor de 0,10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.



Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el espesor del pavimento, para este relleno se utilizará hormigón H 125, en las canalizaciones que no lo exijan las Ordenanzas Municipales la zona de relleno será de todo-uno o zahorra.

Después se colocará un firme de hormigón de H125 de unos 0,30 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Para cruzar zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas (cruces de ferrocarriles, carreteras con gran densidad de circulación, etc.), pueden utilizarse máquinas perforadoras "topos" de tipo impacto, hincadora de tuberías o taladradora de barrena, en estos casos se prescindirá del diseño de zanja descrito anteriormente puesto que se utiliza el proceso de perforación que se considere más adecuado. Su instalación precisa zonas amplias despejadas a ambos lados del obstáculo a atravesar para la ubicación de la maquinaria, por lo que no debemos considerar este método como aplicable de forma habitual, dada su complejidad.

Cruzamientos. A continuación se fijan, para cada uno de los casos indicados, las condiciones a que deben responder los cruzamientos de cables subterráneos.

- Con calles, caminos y carreteras: En los cruces de calzada, carreteras, caminos, etc., deberán seguirse las instrucciones fijadas en el apartado 9.3 para canalizaciones

	LSMT, CT, RSBT PROYECTO DE EJECUCIÓN		 COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE MADRID 15/12/2015 14254 DAVID PERELLO GONZALEZ 1509368401 TRAMITADO ELECTRÓNICAMENTE MEDIANTE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE 2CA
	REV 1: - NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 70 de 95	



entubadas. Los tubos irán a una profundidad mínima de 0,80 m. Siempre que sea posible el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

El número mínimo de tubos, será de tres y en caso de varios líneas, será preciso disponer como mínimo de un tubo de reserva.

- Con ferrocarriles : Se considerará como caso especial el cruzamiento con Ferrocarriles y cuyos detalles se dan a título orientativo en el plano nº 11. Los cables se colocarán tal como se especifica en el apartado 9.3, para canalizaciones entubadas, cuidando que los tubos queden perpendiculares a la vía siempre que sea posible, y a una profundidad mínima de 1,3 m respecto a la cara inferior de la traviesa. Los tubos rebasarán las vías férreas en 1,5 m por cada extremo.
- Con otras conducciones de energía eléctrica : La distancia mínima entre cables de energía eléctrica, será de 0,25 m. Cuando no pueda respetarse esta distancia, el cable que se tienda en último lugar se separará mediante tubo o divisorias constituidas por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica. Las características serán las establecidas en la NI 52.95.01 La distancia del punto de cruce a empalmes será superior a 1 m.
- Con cables de telecomunicación : La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,25 m. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar, se separará mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica. Las características serán las establecidas en la NI 52.95.01. La distancia del punto de cruce a empalmes, tanto en el cable de energía como en el de comunicación, será superior a 1m.
- Con canalizaciones de agua y gas : Los cables se mantendrán a una distancia mínima de estas canalizaciones de 0,25 m. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar se separará mediante tubos o placa separadora constituidas por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica, las características serán las establecidas en la NI 52.95.01. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua o gas, o los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1m del punto de cruce.
- Con conducciones de alcantarillado : Se procurará pasar los cables por encima de las alcantarillas. No se admitirá incidir en su interior. Si no es posible se pasará por debajo, disponiendo los cables con una protección de adecuada resistencia mecánica. Las características están establecidas en la NI 52.95.01.
- Con depósitos de carburante : Los cables se dispondrán dentro de tubos o conductos de suficiente resistencia y distarán como mínimo 1,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito en 2 m por cada extremo.

**Paralelismos.** Los cables subterráneos, cualquiera que sea su forma de instalación, deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, y se procurará evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

- Con otros conductores de energía eléctrica: Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia no inferior a 0,25m. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción que se establezca en último lugar se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica las características están establecidas en la NI 52.95.01.

	LSMT, CT, RSBT PROYECTO DE EJECUCIÓN		 COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE MADRID 15/12/2015 14254 DAVID PERELLO GONZALEZ 1399568401 BRANDEADO ELECTRÓNICAMENTE MEDIANTE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE 2CA
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 71 de 95	

- Con canalizaciones de agua y gas : Se mantendrá una distancia mínima de 0,25m, con excepción de canalizaciones de gas de alta presión (más de 4 bar) en que la distancia será de 1m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, se adoptarán las siguientes medidas complementarias:
  - Conducción de gas existente: se protegerá la línea eléctrica con tubo de plástico envuelto con 0,10 m de hormigón, manteniendo una distancia mínima tangencial entre servicios de 0,20 m.
  - Línea eléctrica existente con conducción de gas de Alta Presión, se recubrirá la canalización del gas con manta antirroca interponiendo una barrera entre ambas canalizaciones formada con una plancha de acero; si la conducción del gas es de Media/Baja Presión se colocará entre ambos servicios una placa de protección de plástico. Las características vienen fijadas en la NI 52.95.01.
  - Si la conducción del gas es de acero, se dotará a la misma de doble revestimiento.

## NORMAS GENERALES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Las instalaciones se realizarán de acuerdo con lo indicado en los apartados anteriores del presente Capítulo, y las especificaciones contenidas en los siguientes Manuales Técnicos de Ejecución, relativos a los diferentes tipos de instalaciones :

MTDYC 2.13.20	Ejecución de instalaciones. Obras civiles de centros de transformación
MTDYC 2.13.21	Ejecución de instalaciones. Montaje de centros de transformación tipo interior
MTDYC 2.13.22	Ejecución de instalaciones. Montaje de centros de transformación tipo poste
MTDYC 2.23.35	Ejecución líneas aéreas de media tensión. Conductores aislados
MTDYC 2.23.37	Ejecución de instalaciones. Líneas aéreas de alta tensión hasta 30 kV con conductores desnudos
MT-NEDIS 2.33.25	Ejecución de instalaciones. Líneas subterráneas de alta tensión hasta 30 kV
MTDYC 2.43.20	Ejecución de instalaciones. Líneas aéreas de baja tensión
MT-NEDIS 2.53.25	Ejecución de instalaciones. Líneas subterráneas de baja tensión

## 3.2 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

### 3.2.1 OBRA CIVIL.

El edificio destinado a alojar en su interior las instalaciones será una construcción prefabricada de hormigón modelo N° 4 de Lekunbide

Sus elementos constructivos son los descritos en el apartado correspondiente de la Memoria del presente proyecto.

De acuerdo con al Recomendación UNESA 1303-A, el edificio prefabricado estará construido de tal manera que, una vez instalado, su interior sea una superficie equipotencial.

La base del edificio será de hormigón armado con un mallazo equipotencial.

Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial, estarán unidas entre sí mediante soldaduras eléctricas. Las conexiones entre varillas metálicas pertenecientes a diferentes elementos, se efectuarán de forma que se consiga la equipotencialidad entre éstos.



Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial podrá ser accesible desde el exterior del edificio.

Todos los elementos metálicos del edificio que están expuestos al aire serán resistentes a la corrosión por su propia naturaleza, o llevarán el tratamiento protector adecuado que en el caso de ser galvanizado en caliente cumplirá con lo especificado en la RU.-6618-A.

### 3.2.2 APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN.

La aparamenta de A.T. estará constituida por conjuntos compactos serie RM6 de Merlin Gerin, equipados con dicha aparamenta, bajo envolvente única metálica, para una tensión admisible de 24 kV, acorde a las siguientes normativas:

- UNE 20-090, 20-135.
- UNE-EN 60265-1, 60129.
- CEI 60298, 60420, 60265, 60129.
- UNESA Recomendación 6407 A.

	LSMT, CT, RSBT PROYECTO DE EJECUCIÓN		 COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE MADRID 15/12/2015 14254 DAVID PERELLO GONZALEZ TRAMITADO ELECTRÓNICAMENTE MEDIANTE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE 2CA
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 73 de 95	

\* CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS.

Los conjuntos compactos deberán tener una envolvente única con dieléctrico de hexafluoruro de azufre. Toda la aparatada estará agrupada en el interior de una cuba metálica estanca rellena de hexafluoruro de azufre con una sobrepresión de 0'1 bar sobre la presión atmosférica, sellada de por vida y acorde a la norma CEI 56-4-17, clase III.

En la parte posterior se dispondrá de una membrana que asegure la evacuación de las eventuales sobrepresiones que se puedan producir, sin daño ni para el operario ni para las instalaciones.

El dispositivo de control de aislamiento de los cables será accesible, fase por fase, después de la puesta a tierra y sin necesidad de desconectar los cables.

La seguridad de explotación será completada por los dispositivos de enclavamiento por candado existentes en cada uno de los ejes de accionamiento.



En caso de avería en un elemento mecánico se deberá poder retirar el conjunto de mandos averiado y ser sustituido por otro en breve tiempo, y sin necesidad de efectuar trabajos sobre el elemento activo del interruptor, así como realizar la motorización de las funciones de entrada/salida con el centro en servicio.

\* CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS.

- Tensión nominal 24 kV.
- Nivel de aislamiento:
  - a) a la frecuencia industrial de 50 Hz 50 kV ef.1min.
  - b) a impulsos tipo rayo 125 kV cresta.
- Intensidad nominal funciones línea 400 A.
- Intensidad nominal otras funciones 200 A.
- Intensidad de corta duración admisible 16 kA ef. 1s.

\* INTERRUPTORES.

El interruptor y el seccionador de puesta a tierra deberá ser un único aparato de tres posiciones (abierto, cerrado y puesto a tierra), a fin de asegurar la imposibilidad de cierre simultáneo del interruptor y el seccionador de puesta a tierra.

	LSMT, CT, RSBT PROYECTO DE EJECUCIÓN		 <b>VISADO</b> 1599368401 14254 DAVID PERELLO GONZALEZ 15/12/2015 TRAMITADO ELECTRÓNICAMENTE MEDIANTE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE 2CA
	REV 1: - NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 74 de 95	

La apertura y cierre de los polos será simultánea, debiendo ser la tolerancia de cierre inferior a 10 ms.

Los contactos móviles de puesta a tierra serán visibles a través de visores, cuando el aparato ocupe la posición de puesto a tierra.

El interruptor deberá ser capaz de soportar al 100% de su intensidad nominal más de 100 maniobras de cierre y apertura, correspondiendo a la categoría B según la norma CEI 60265.

En servicio, se deberán cumplir las exigencias siguientes:

- Poder de cierre nominal sobre cortocircuito: 40 kA cresta.
- Poder de corte nominal sobre transformador en vacío: 16 A.
- Poder de corte nominal de cables en vacío: 30 A.
- Poder de corte (sea por interruptor-fusibles o por interruptor automático): 16 kA.

#### \* CORTACIRCUITOS-FUSIBLES.

En el caso de utilizar protección ruptorfusibles, se utilizarán fusibles del modelo y calibre indicados en el capítulo de Cálculos de esta memoria. Los fusibles cumplirán la norma DIN 43-625 y la R.U. 6.407-A y se instarán en tres compartimentos individuales, estancos y metalizados, con dispositivo de puesta a tierra por su parte superior e inferior.



#### 3.2.3 TRANSFORMADORES.

El transformador a instalar será trifásico, con neutro accesible en B.T., refrigeración natural, en baño de aceite, con regulación de tensión primaria mediante conmutador accionable estando el transformador desconectado, servicio continuo y demás características detalladas en la memoria.

#### 3.2.4 NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.

Todas las normas de construcción e instalación del centro se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales y en particular las de IBERDROLA.

	LSMT, CT, RSBT PROYECTO DE EJECUCIÓN		
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 75 de 95	

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

### 3.2.5 PRUEBAS REGLAMENTARIAS.

La aparamenta eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y de serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada.

Asimismo, una vez ejecutada la instalación, se procederá, por parte de entidad acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación.
- Resistencia del sistema de puesta a tierra.
- Tensiones de paso y de contacto.

### 3.2.6 CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.

#### \* PREVENCIÓNES GENERALES.

1)- Queda terminantemente prohibida la entrada en el local de esta estación a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente, deberá dejarlo cerrado con llave.

2)- Se pondrán en sitio visible del local, y a su entrada, placas de aviso de "Peligro de muerte".

3)- En el interior del local no habrá más objetos que los destinados al servicio del centro de transformación, como banqueta, guantes, etc.



4)- No está permitido fumar ni encender cerillas ni cualquier otra clase de combustible en el interior del local del centro de transformación y en caso de incendio no se empleará nunca agua.

5)- No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión, aunque se esté aislado.

6)- Todas las maniobras se efectuarán colócanse convenientemente sobre la banqueta.

7)- En sitio bien visible estarán colocadas las instrucciones relativas a los socorros que deben prestarse en los accidentes causados por electricidad, debiendo estar el personal instruido prácticamente a este respecto, para aplicarlas en caso necesario. También, y en sitio visible, debe figurar el presente Reglamento y esquema de todas las conexiones de la instalación, aprobado por la Consejería de Industria, a la que se pasará aviso en el caso de introducir alguna modificación en este centro de transformación, para su inspección y aprobación, en su caso.

#### \* PUESTA EN SERVICIO.

	LSMT, CT, RSBT PROYECTO DE EJECUCIÓN		
	REV 1: - NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 76 de 95	

8)- Se conectará primero los seccionadores de alta y a continuación el interruptor de alta, dejando en vacío el transformador. Posteriormente, se conectará el interruptor general de baja, procediendo en último término a la maniobra de la red de baja tensión.

9)- Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático o hubiera fusión de cartuchos fusibles, antes de volver a conectar se reconocerá detenidamente la línea e instalaciones y, si se observase alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa suministradora de energía.

\* SEPARACIÓN DE SERVICIO.

10)- Se procederá en orden inverso al determinado en apartado 8, o sea, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.

11)- Si el interruptor fuera automático, sus relés deben regularse por disparo instantáneo con sobrecarga proporcional a la potencia del transformador, según la clase de la instalación.

12) Si una vez puesto el centro fuera de servicio se desea realizar un mantenimiento de limpieza en el interior de la apartamenta y transformadores no bastará con haber realizado el seccionamiento que proporciona la puesta fuera de servicio del centro, sino que se procederá además a la puesta a tierra de todos aquellos elementos susceptibles de ponerlos a tierra. Se garantiza de esta forma que en estas condiciones todos los elementos accesibles estén, además de seccionados, puestos a tierra. No quedarán afectadas las celdas de entrada del centro cuyo mantenimiento es responsabilidad exclusiva de la compañía suministradora de energía eléctrica.

13)- La limpieza se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y muy atentos a que el aislamiento que es necesario para garantizar la seguridad personal, sólo se consigue teniendo la banqueta en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

\* PREVENCIÓNES ESPECIALES.

14)- No se modificarán los fusibles y al cambiarlos se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.



15) Para transformadores con líquido refrigerante (aceite o silicona) no podrá sobrepasarse un incremento relativo de 60K sobre la temperatura ambiente en dicho líquido. La máxima temperatura ambiente en funcionamiento normal está fijada, según norma CEI 76, en 40°C, por lo que la temperatura del refrigerante en este caso no podrá superar la temperatura absoluta de 100°C.

16)- Deben humedecerse con frecuencia las tomas de tierra. Se vigilará el buen estado de los aparatos, y cuando se observase alguna anomalía en el funcionamiento del centro de transformación, se pondrá en conocimiento de la compañía suministradora, para corregirla de acuerdo con ella.

### 3.2.7 CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.

Se aportará, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos, la documentación siguiente:

- Autorización Administrativa.

	LSMT, CT, RSBT PROYECTO DE EJECUCIÓN		
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 77 de 95	

- Proyecto, suscrito por técnico competente.
- Certificado de tensiones de paso y contacto, por parte de empresa homologada.
- Certificado de Dirección de Obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Escrito de conformidad por parte de la Compañía Eléctrica suministradora.

### 3.2.8 LIBRO DE ÓRDENES.

Se dispondrá en este centro del correspondiente libro de órdenes en el que se harán constar las incidencias surgidas en el transcurso de su ejecución y explotación.

## 3.3 RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN

### 3.3.1 CAPÍTULO I - CONDICIONES DE LOS MATERIALES Y SU MANO DE OBRA

#### 3.3.1.1 Recepción de materiales



Todos los materiales empleados deberán ser de primera calidad.

Adjudicada la obra y antes de su instalación, el Contratista presentará al técnico Director de las Obras, catálogos y muestras de los distintos materiales a emplear.

Se realizarán todos los ensayos que ordene la Dirección Facultativa en los laboratorios por la misma, elegidos y con cargo a la Contrata, realizando esto de acuerdo con la norma UNE. Responderán todos los materiales a las características de tensión, aislamiento, pruebas, etc. del tipo de material que se indica en el presupuesto, o en los planos, como idóneo para instalar.

#### 3.3.1.2 Ladrillos

El ladrillo macizo común 250 x 125 x 50 mm. se usará para protecciones de cables. Su resistencia a la comprensión debe ser superior a los 150 Kg/m<sup>2</sup>. Sumergidos en agua suficiente tiempo, absorberán de 12 a 15% de agua en peso por término medio. Nunca bajará esta absorción del 8%. Sus superficies serán lisas pero ásperas.

	<b>LSMT, CT, RSBT</b> PROYECTO DE EJECUCIÓN		 <b>VISADO</b> <small>1509368401</small> 14254 DAVID PERELLO GONZALEZ <small>15/12/2015</small> <small>TRAMITADO ELECTRÓNICAMENTE MEDIANTE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE 2CA</small>	CA295657
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 78 de 95		



### 3.3.1.3 Conductores

Los cables utilizados son unipolares con conductor de aluminio y aislamiento de RV, con cubierta de PVC, siendo su tensión de servicio 0,6/1kv.

Estarán homologados por la Compañía Suministradora.

Las características de los cables proyectados se describen en la Memoria del Proyecto.

El revestimiento exterior de P.V.C. deberá cumplir lo exigido en la Norma UNE 21.117.

	LSMT, CT, RSBT PROYECTO DE EJECUCIÓN		
	REV 1: - NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 79 de 95	

### 3.3.2 CAPÍTULO II - EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

3.3.2.1 Documentos que además del presente Pliego de Condiciones regirán la ejecución de las obras.

Además de las condiciones del presente Pliego de Condiciones serán de aplicación las generales especificadas en los siguientes documentos:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por Decreto 2413/1973 de 20 de septiembre y las Instrucciones Complementarias de dicho Reglamento aprobadas por Orden Ministerial de Industria de 31 de Octubre de 1973.

-Reglamento sobre instalación y funcionamiento del Centrales Eléctricas y Estaciones Transformadoras aprobado por Orden Ministerial de 23 de febrero de 1949.

- Las recomendaciones de UNESA.

#### 3.3.2.2 Red de Baja Tensión

Se realizará por la Empresa Instaladora debidamente homologada. “Se ejecutará según norma de Iberdrola de ejecución de líneas subterráneas de BT”



#### 3.3.2.3 Zanjas

Se mantendrá la profundidad que se indica en los planos, el fondo de las zanjas se nivelará cuidadosamente, retirando todas las piedras puntiagudas y cortantes.

No se podrán tener abiertas las zanjas más de ocho días desde su apertura hasta su tapado, que se efectuará macizando convenientemente las tierras a fin de que adquieran la consistencia precisa, exigiéndose una compactación del noventa (90) por ciento (100) próctor normal.

#### 3.3.2.4 Canalizaciones de cables subterráneos

El tendido de cables se practicará con sumo cuidado, evitándose la formación de "cocas" y torceduras, así como arañoses o roces que puedan perjudicarle. Cuando las condiciones lo permitan se hará descender el cable en la zanja

	LSMT, CT, RSBT PROYECTO DE EJECUCIÓN		
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 80 de 95	

directamente desde la bobina y si existieran obstáculos que impidieran cumplir este procedimiento, se colocarán en el fondo de la zanja unos codillos, tendiéndose el cable sobre ellos. No se permitirá en ningún caso la tracción mecánica o humana del cable, excepto en los pasos por las tuberías previamente instaladas en la red viaria.

Para que el cable quede bien asentado en el terreno, se colocará en el fondo de la zanja una capa de arena del espesor que se señala en los planos, asentándose encima el cable y poniendo sobre él otra capa de arena, sobre esta última capa se dispondrá la protección indicada en los planos. Hechas estas operaciones se rellenará la zanja como se indica en el párrafo anterior.

### 3.3.2.5 Montaje de cajas de empalme y extremidad

Se procurará evitar en lo posible los empalmes y derivaciones y si fueran necesarios se realizarán según las normas y con los productos que aconsejen los fabricantes de los cables.

### 3.3.2.6 Armarios y cajas de seccionamiento

Se ajustarán al presente Pliego de Condiciones y deberán estar homologadas por la Compañía Suministradora.



### 3.3.2.7 Obras accesorias

Será obligación de la Contrata, la ejecución de las obras de recibido de aparatos, mecanismo, etc. y obras complementarias consignadas en el presupuesto, así como las necesarias para la debida terminación de todas las instalaciones, cuya liquidación se hará con la forma que se detalle en el Capítulo correspondiente.

### 3.3.2.8 Detalles omitidos

Todos aquellos detalles que por su minuciosidad puedan haberse omitido en este Pliego de Condiciones y resulten necesarios para la completa y perfecta terminación de las obras, quedan a la determinación exclusiva de la Dirección Facultativa.

### 3.3.2.9 Reconocimiento de las obras

	LSMT, CT, RSBT PROYECTO DE EJECUCIÓN		 <b>VISADO</b> 14254 DAVID PERELLO GONZALEZ 15/12/2015 TRAMITADO ELECTRÓNICAMENTE MEDIANTE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE 2CA
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 81 de 95	

Antes del reconocimiento de las obras, el Contratista retirará de las mismas, hasta dejarlas completamente limpias y despejadas, todos los materiales sobrantes, restos, embalajes, bobinas de cables, medios auxiliares, tierras sobrantes de excavaciones y rellenos, escombros, etc. Se comprobará que los materiales coinciden con los admitidos por la Dirección Facultativa en el control previo, igualmente se comprobará que la construcción de las obras de fábrica, la realización de las de tierra y el montaje de todas las instalaciones eléctricas han sido ejecutadas de modo correcto y terminadas y rematadas completamente.

### 3.3.3 CAPÍTULO III - MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS

#### 3.3.3.1 Generalidades

Las obras ejecutadas se medirán y abonarán por su volumen, peso, superficies, longitud o simplemente por el número de unidades, de acuerdo con la definición de unidades de obra que figuren en el contrato.

En los precios se consideran incluidos:



- a) Los materiales con todos sus accesorios, que sean necesarios para su ejecución.
- b) La mano de obra con sus pluses, cargas y seguros sociales, que intervienen directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- c) En su caso, los gastos de personal, combustible, energía eléctrica, amortización, conservación, etc. de la maquinaria que se prevea utilizar en la ejecución de la unidad de obra.
- d) Los ensayos de los materiales.

#### 3.3.3.2 Abono de partidas alzadas

Las partidas alzadas consignadas en el Presupuesto serán a justificar, lo que deberá hacerse con precios del Proyecto, siempre que sea posible y en caso contrario con precios contradictorios.

#### 3.3.3.3 Medición y abono de la excavación

La excavación se medirá por su volumen, referida al terreno y no a los productos extraídos.

	<b>LSMT, CT, RSBT</b> PROYECTO DE EJECUCIÓN		
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 82 de 95	



Dentro del m3 de excavación o del ml. de apertura de zanja, está comprendido: el refino de la superficie de la excavación, la limpieza de las calzadas y aceras que hayan resultado ensuciadas por los productos resultantes de la excavación.

Madrid, NOVIEMBRE DE 2015

El Ingeniero técnico Industrial



DAVID PERELLÓ GONZÁLEZ

COLEGIADO Nº 14.254

	LSMT, CT, RSBT PROYECTO DE EJECUCIÓN		
	REV 1: - NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 83 de 95	

## 4 PLANOS

---

	LSMT, CT, RSBT PROYECTO DE EJECUCIÓN		 <b>VISADO</b> 14254 DAVID PERELLO GONZALEZ 15/12/2015 459936401 TRAMITADO ELECTRÓNICAMENTE MEDIANTE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE 2CA
	REV 1: - NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 84 de 95	



<b>RELACIÓN DE PLANOS</b>	
<b>PLANO</b>	<b>TITULO</b>
01	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO DE LA ACTUACIÓN
02	ACTUACIONES PROPUESTAS
03	PROYECTO LSMT
04	PROYECTO CT (1 DE 2)
05	PROYECTO CT (2 DE 2)
06	PROYECTO LSBT

Madrid, NOVIEMBRE de 2015

El Ingeniero técnico Industrial



DAVID PERELLÓ GONZÁLEZ

COLEGIADO Nº 14.254

	<b>LSMT, CT, RSBT</b> PROYECTO DE EJECUCIÓN		
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 85 de 95	

## 5 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

---

	LSMT, CT, RSBT PROYECTO DE EJECUCIÓN		 <b>VISADO</b> 14254 DAVID PERELLO GONZALEZ 15/12/2015 TRAMITADO ELECTRÓNICAMENTE MEDIANTE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE 2CA
	REV 1: - NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 86 de 95	

## 5.1 OBJETO.

El objeto de este estudio es dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los posibles riesgos laborales que puedan ser evitados, identificando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

El Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, establece en el apartado 2 del Artículo 4 que en los proyectos de obra no incluidos en los supuestos previstos en el apartado 1 del mismo Artículo, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio Básico de Seguridad y Salud. Los supuestos previstos son los siguientes:

- El presupuesto de Ejecución por Contrata es superior a 450759 €.
- La duración estimada de la obra es superior a 30 días o se emplea a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- El volumen de mano de obra estimada es superior a 500 trabajadores/día
- Es una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

Al no darse ninguno de los supuestos previstos en el apartado 1 del Artículo 4 del R.D. 1627/1997 se redacta el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Así mismo este Estudio Básico de Seguridad y Salud da cumplimiento a la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo de informar y dar instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y las medidas de protección y prevención correspondientes.

En base a este Estudio Básico de Seguridad y al artículo 7 del R.D. 1627/1997, cada contratista elaborará un Plan de Seguridad y Salud en función de su propio sistema de ejecución de la obra y en el que se tendrán en cuenta las circunstancias particulares de los trabajos objeto del contrato.

## 5.2 CARACTERISTICAS GENERALES DE LA OBRA.



En este punto se analizan con carácter general, independientemente del tipo de obra, las diferentes servidumbres o servicios que se deben tener perfectamente definidas y solucionadas antes del comienzo de las obras.

### 5.2.1 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SITUACIÓN.

La situación de la obra a realizar y el tipo de la misma se recoge en el documento de Memoria del presente proyecto.

### 5.2.2 SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la empresa constructora, proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del

	LSMT, CT, RSBT PROYECTO DE EJECUCIÓN		
	REV 1: - NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 87 de 95	

emplazamiento de la obra.

### 5.2.3 SUMINISTRO DE AGUA POTABLE.

El suministro de agua potable será a través de las conducciones habituales de suministro en la región, zona, etc... En el caso de que esto no sea posible, dispondrán de los medios necesarios que garanticen su existencia regular desde el comienzo de la obra.

### 5.2.4 SERVICIOS HIGIÉNICOS.

Dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si fuera posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado, en caso contrario, se dispondrá de medios que faciliten su evacuación o traslado a lugares específicos destinados para ello, de modo que no se agreda al medio ambiente.

### 5.2.5 SERVIDUMBRE Y CONDICIONANTES.

No se prevén interferencias en los trabajos, puesto que si la obra civil y el montaje pueden ejecutarse por empresas diferentes, no existe coincidencia en el tiempo. No obstante, de acuerdo con el artículo 3 de R.D. 1627/1997, si interviene más de una empresa en la ejecución del proyecto, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el Promotor deberá designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Esta designación debería ser objeto de un contrato expreso.



## 5.3 RIESGOS LABORABLES EVITABLES COMPLETAMENTE.

La siguiente relación de riesgos laborables que se presentan, son considerados totalmente evitables mediante la adopción de las medidas técnicas que precisen:

- Derivados de la rotura de instalaciones existentes: Neutralización de las instalaciones existentes.
- Presencia de líneas eléctricas de alta tensión aéreas o subterráneas: Corte del fluido, apantallamiento de protección, puesta a tierra y cortocircuito de los cables.

## 5.4 RIESGOS LABORABLES NO ELIMINABLES COMPLETAMENTE.

Este apartado contiene la identificación de los riesgos laborales que no pueden ser completamente eliminados, y las medidas preventivas y protecciones técnicas que deberán adoptarse para el control y la reducción de este tipo de riesgos. La primera relación se refiere a aspectos generales que afectan a la totalidad de la obra, y las restantes, a los aspectos específicos de cada una de las fases en las que ésta puede dividirse.

	LSMT, CT, RSBT PROYECTO DE EJECUCIÓN		 <b>VISADO</b> 14254 DAVID PERELLO GONZALEZ 15/12/2015 14254 DAVID PERELLO GONZALEZ TRAMITADO ELECTRÓNICAMENTE MEDIANTE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE 2CA
	REV 1: - NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 88 de 95	



#### 5.4.1 TODA LA OBRA.

##### a) Riesgos más frecuentes:

- Caídas de operarios al mismo nivel
- Caídas de operarios a distinto nivel
- Caídas de objetos sobre operarios
- Caídas de objetos sobre terceros
- Choques o golpes contra objetos
- Fuertes vientos
- Ambientes pulvígenos
- Trabajos en condición de humedad
- Contactos eléctricos directos e indirectos
- Cuerpos extraños en los ojos
- Sobreesfuerzos

##### b) Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Orden y limpieza de las vías de circulación de la obra
- Orden y limpieza de los lugares de trabajo
- Recubrimiento, o distancia de seguridad (1m) a líneas eléctricas de B.T.
- Recubrimiento, o distancia de seguridad (3 - 5 m) a líneas eléctricas de A.T.
- Iluminación adecuada y suficiente (alumbrado de obra)
- No permanecer en el radio de acción de las máquinas
- Puesta a tierra en cuadros, masas y máquinas sin doble aislamiento
- Señalización de la obra (señales y carteles)
- Cintas de señalización y balizamiento a 10 m de distancia
- Vallado del perímetro completo de la obra, resistente y de altura 2m
- Marquesinas rígidas sobre accesos a la obra
- Pantalla inclinada rígida sobre aceras, vías de circulación o colindantes
- Extintor de polvo seco, de eficacia 21<sup>a</sup> - 113B

	LSMT, CT, RSBT PROYECTO DE EJECUCIÓN		 <b>VISADO</b> 14254 DAVID PERELLO GONZALEZ 15/12/2015 TRAMITADO ELECTRÓNICAMENTE MEDIANTE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE 2CA
	REV 1: - NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 89 de 95	

- Evacuación de escombros
- Escaleras auxiliares
- Información específica
- Grúa parada y en posición veleta

c) Equipos de protección individual:



- Cascos de seguridad
- Calzado protector
- Ropa de trabajo
- Casquetes antirruídos
- Gafas de seguridad
- Cinturones de protección

#### 5.4.2 MOVIMIENTOS DE TIERRAS.

a) Riesgos más frecuentes:

- Desplomes, hundimientos y desprendimientos del terreno
- Caídas de materiales transportados
- Caídas de operarios al vacío
- Atrapamientos y aplastamientos
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de máquinas
- Ruidos, Vibraciones
- Interferencia con instalaciones enterradas
- Electrocuciiones

b) Medidas preventivas y protecciones colectivas:

	<b>LSMT, CT, RSBT</b> PROYECTO DE EJECUCIÓN		 <b>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE MADRID</b> <b>VISADO</b> <small>14254 DAVID PERELLO GONZALEZ</small> <small>15/12/2015</small> <small>TRAMITADO ELECTRÓNICAMENTE MEDIANTE CERTIFICADO DIGITAL FNMT CLASE 2CA</small>
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 90 de 95	

- Observación y vigilancia del terreno.
- Limpieza de bolos y viseras
- Achique de aguas
- Pasos o pasarelas
- Separación de tránsito de vehículos y operarios
- No acopiar junto al borde de la excavación
- No permanecer bajo el frente de excavación
- Barandillas en bordes de excavación (0,9 m)
- Acotar las zonas de acción de las máquinas
- Topes de retroceso para vertido y carga de vehículos

### 5.4.3 MONTAJE Y PUESTA EN TENSIÓN.



#### 5.4.3.1 Descarga y montaje de elementos prefabricados.

##### a) Riesgos más frecuentes:

- Vuelco de la grúa.
- Atrapamientos contra objetos, elementos auxiliares o la propia carga.
- Precipitación de la carga.
- Proyección de partículas.
- Caídas de objetos.
- Contacto eléctrico.
- Sobreesfuerzos.
- Quemaduras o ruidos de la maquinaria.
- Choques o golpes.
- Viento excesivo.

##### b) Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Trayectoria de la carga señalizada y libre de obstáculos.
- Correcta disposición de los apoyos de la grúa.
- Revisión de los elementos elevadores de cargas y de sus sistemas de seguridad.
- Correcta distribución de cargas.
- Prohibición de circulación bajo cargas en suspensión.
- Trabajo dentro de los límites máximos de los elementos elevadores.
- Apantallamiento de líneas eléctricas de A.T.
- Operaciones dirigidas por el jefe de equipo.
- Flecha recogida en posición de marcha.

	LSMT, CT, RSBT PROYECTO DE EJECUCIÓN		
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 92 de 95	

#### 5.4.3.2 Puesta en tensión.

##### a) Riesgos más frecuentes:

- Contacto eléctrico directo e indirecto en A.T. y B.T.
- Arco eléctrico en A.T. y B.T.
- Elementos candentes y quemaduras.

##### b) Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Coordinar con la empresa suministradora, definiendo las maniobras eléctricas a realizar.
- Apantallar los elementos de tensión.
- Enclavar los aparatos de maniobra.
- Informar de la situación en la que se encuentra la zona de trabajo y ubicación de los puntos en tensión más cercanos.
- Abrir con corte visible las posibles fuentes de tensión.

##### c) Protecciones individuales:

- Calzado de seguridad aislante.
- Herramientas de gran poder aislante.
- Guantes eléctricamente aislantes.
- Pantalla que proteja la zona facial.

## 5.5 TRABAJOS LABORABLES ESPECIALES.

En la siguiente relación no exhaustiva se tienen aquellos trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores, estando incluidos en el Anexo II del R.D. 1627/97.

- Graves caídas de altura, sepultamientos y hundimientos.
- En proximidad de líneas eléctricas de alta tensión, se debe señalizar y respetar la distancia de seguridad (5 m) y llevar el calzado de seguridad.
- Exposición a riesgo de ahogamiento por inmersión.
- Uso de explosivos.
- Montaje y desmontaje de elementos prefabricados pesados.

## 5.6 INSTALACIONES PROVISIONALES Y ASISTENCIA SANITARIA.

La obra dispondrá de los servicios higiénicos que se indican en el R.D. 1627/97 tales como vestuarios con asientos y taquillas individuales provistas de llave, lavabos con agua fría, caliente y espejo, duchas y retretes, teniendo en cuenta la utilización de los servicios higiénicos de forma no simultánea en caso de haber operarios de distintos sexos.

De acuerdo con el apartado A 3 del Anexo VI del R.D. 486/97, la obra dispondrá de un botiquín portátil debidamente señalizado y de fácil acceso, con los medios necesarios para los primeros auxilios en caso de accidente y estará a cargo de él una persona capacitada designada por la empresa constructora.

La dirección de la obra acreditará la adecuada formación del personal de la obra en materia de prevención y primeros auxilios. Así como la de un Plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y la contratación de los servicios asistenciales adecuados (Asistencia primaria y asistencia especializada)



## 5.7 PREVISIONES PARA TRABAJOS POSTERIORES.

El apartado 3 del artículo 6 del R.D. 1627/1997, establece que en el Estudio Básico se contemplarán también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsible trabajos posteriores.

En el Proyecto de Ejecución se han especificado una serie de elementos que han sido previstos para facilitar las futuras labores de mantenimiento y reparación del edificio en condiciones de seguridad y salud, y que una vez colocados, también servirán para la seguridad durante el desarrollo de las obras.

Los elementos que se detallan a continuación son los previstos a tal fin:

- Ganchos de servicio.

	LSMT, CT, RSBT PROYECTO DE EJECUCIÓN		
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 94 de 95	

- Elementos de acceso a cubierta (puertas, trampillas)
- Barandilla en cubiertas planas.
- Grúas desplazables para limpieza de fachada.
- Ganchos de ménsula (pescantes)
- Pasarelas de limpieza.

## 5.8 NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES EN LA OBRA.



- Ley 31/ 1.995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 485/1.997 de 14 de abril, sobre Señalización de seguridad en el trabajo.
- Real Decreto 486/1.997 de 14 de abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1.997 de 14 de abril, sobre Manipulación de cargas.
- Real Decreto 773/1.997 de 30 de mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 39/1.997 de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1215/1.997 de 18 de julio, sobre Utilización de Equipos de Trabajo.
- Real Decreto 1627/1.997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/1.980, Ley 32/1.984, Ley 11/1.994).
- Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica (O.M. 28-08-70, O.M. 28-07-77, O.M. 4-07-83, en los títulos no derogados).

Madrid, NOVIEMBRE 2015

El Ingeniero técnico Industrial

DAVID PERELLÓ GONZÁLEZ

COLEGIADO Nº 14.254

	<b>LSMT, CT, RSBT</b> PROYECTO DE EJECUCIÓN		
	REV 1: – NOVIEMBRE 2015	INSTALACIONES - Página 95 de 95	