



1. MEMORIA:



ÍNDICE:

1.1. INTRODUCCIÓN	6
1.1.1. OBJETO DEL PROYECTO	7
1.2. GENERALIDADES	8
1.2.1. DESCRIPCIÓN DE LA FABRICA	9
1.2.1.1. DISTRIBUCIÓN Y SUPERFICIES.....	10
1.2.1.2. PROCESO. NECESIDADES	11
1.2.1.2.1. RECEPCION DE MATERIA PRIMA	11
1.2.1.2.2. ESTAMPACION.....	11
1.2.1.2.3. MATRICERIA.....	12
1.2.1.2.4. LOGISITICA.....	12
1.2.1.2.5. ESAMBLAJE.....	12
1.2.1.2.6. EXPEDICION.....	12
1.2.2. PRESCRIPCIONES OFICIALES	13
1.2.3. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	13
1.2.4. SUMINISTRO DE ENERGÍA	14
1.2.5. GRUPO ELECTROGENO E INVERSOR DE REDES	14
1.2.6. PREVISIÓN DE CARGAS	15
1.2.5.1. RECEPTORES	15
1.2.5.2. ALUMBRADO	15
1.2.5.3. TOMAS DE CORRIENTE	15
1.2.7. POTENCIA A CONTRATAR	18
1.3. ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN	19
1.3.1. INTRODUCCIÓN	20
1.3.2. ESQUEMA TN.....	21
1.3.3. ESQUEMA TT	22
1.3.4. ESQUEMA IT.....	23
1.3.5. SOLUCIÓN ADOPTADA	23
1.4. ALUMBRADO	24
1.4.1. INTRODUCCIÓN. CONCEPTOS GENERALES	25
1.4.2. MAGNITUDES Y UNIDADES.....	25
1.4.3. SISTEMAS DE ILUMINACIÓN Y MÉTODOS DE ALUMBRADO ...	28
1.4.4. LEYES FUNDAMENTALES DE LA FOTOMETRÍA	29
1.4.5. CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES DE LAS LÁMPARAS	30
1.4.5.1 PIROLUMINISCENCIA.....	30
1.4.5.2 INCANDESCENCIA	31
1.4.5.3 ELECTROLUMINISCENCIA	31
1.4.5.4 FOTOLUMINISCENCIA	33



1.4.6. ALUMBRADO INTERIOR	36
1.4.6.1 MÉTODO DE CÁLCULO	36
1.4.6.2 SOLUCIONES ADOPTADAS	41
1.4.7. ALUMBRADO DE EMERGENCIA	46
1.4.7.1 MÉTODO DE CÁLCULO	47
1.4.7.2 SOLUCIONES ADOPTADAS	51
1.4.8. ALUMBRADO EXTERIOR	54
1.4.8.1 MÉTODO DE CÁLCULO	55
1.4.8.2 SOLUCIONES ADOPTADAS	57
1.5. CONDUCTORES Y DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN.....	59
1.5.1. INTRODUCCIÓN	60
1.5.2. FACTORES A TENER EN CUENTA EN EL CÁLCULO DE LOS CABLES	60
1.5.3. PRESCRIPCIONES GENERALES	62
1.5.4. SISTEMAS DE INSTALACIÓN	63
1.5.5. RECEPTORES	66
1.5.6. PROCESO PARA EL CÁLCULO DE SECCIONES	68
1.5.7. NORMAS PARA LA ELECCIÓN DEL CABLE	69
1.5.8. NORMAS PARA LA ELECCIÓN DEL TUBO	70
1.5.9. DESCRIPCIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN	70
1.5.10. SOLUCIONES ADOPTADAS	73
1.6. PROTECCIONES	88
1.6.1. INTRODUCCIÓN	89
1.6.2. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS	89
1.6.3. PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITOS	90
1.6.3.1. CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO ...	92
1.6.4. SELECTIVIDAD EN LAS PROTECCIONES CONTRA SOBREINTENSIDADES	93
1.6.5. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS – INDIRECTOS	94
1.6.5.1. INTERRUPTORES DIFERENCIALES	96
1.6.6. SOLUCIONES ADOPTADAS	98
1.7. COMPENSACIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA	119
1.7.1. INTRODUCCIÓN	120
1.7.2. NECESIDAD DE COMPENSAR EL FACTOR DE POTENCIA	120
1.7.3. MÉTODOS DE COMPENSACIÓN	121
1.7.4. CÁLCULO DE LA POTENCIA REACTIVA	122
1.7.5. SOLUCIÓN ADOPTADA	123



1.8. PUESTA A TIERRA	124
1.8.1. INTRODUCCIÓN	125
1.8.2. OBJETO DE LA PUESTA A TIERRA	125
1.8.3. PARTES DE UNA PUESTA A TIERRA	125
1.8.4. ELEMENTOS A CONECTAR A LA TOMA DE TIERRA	126
1.8.5. CONSIDERACIONES PARA EL CÁLCULO. LOCALES HÚMEDOS	127
1.8.6. SOLUCIÓN ADOPTADA	128
1.8.7. PUESTA A TIERRA DEL GRUPO ELECTROGENO.....	128
1.9. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	129
1.9.1. INTRODUCCIÓN	130
1.9.2. REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES	130
1.9.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES	131
1.9.4. OBRA CIVIL	131
1.9.5. INSTALACIÓN ELÉCTRICA	133
1.9.5.1. CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN	134
1.9.5.2. CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE BAJA TENSIÓN	137
1.9.5.3. PUESTA A TIERRA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	138
1.9.6. INSTALACIONES SECUNDARIAS	141
1.10. PRESUPUESTO	143
1.11. BIBLIOGRAFÍA	144





1.1. INTRODUCCIÓN



1.1.1 OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene por objeto señalar las condiciones técnicas que ha de cumplir la instalación eléctrica en baja tensión para una nave industrial dedicada a la estampación y soldadura de componentes auxiliares en el sector de la automoción ubicada en el polígono de La Nava (Navarra), especificando asimismo las condiciones técnicas y de seguridad que deberá cumplir la instalación para acatar la reglamentación técnica vigente, y especialmente lo dispuesto en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias del Ministerio de Industria y Energía.

De este modo se procederá al cálculo y diseño de todas las partes de la instalación eléctrica como son:

- Instalación de alumbrado
- Instalación de fuerza
- Instalación de puesta a tierra
- Centro de transformación
- Compensación del factor de potencia
- Condiciones de Seguridad e Higiene



1.2 GENERALIDADES



1.2.1. DESCRIPCIÓN

La nave se emplazará en la parcela situada en Parque Empresarial La Nava, en el término municipal de Olite (Navarra), y su estructura quedará definida como un edificio de planta baja, utilizando para ello una superficie útil construida de aproximadamente 5809 metros cuadrados sobre una superficie total de parcela de unos 17500 metros cuadrados. La fábrica se completará asimismo con un espacio destinado para las expediciones y recepción de materia prima. Todo ello quedará situado según se indica en el plano de emplazamiento del presente proyecto.

La nave quedara distribuida por procesos tecnológicos, una zona para estampación y otra para la soldadura de conjuntos anteriormente estampados. La zona de estampación contara con un área de mantenimiento de utillajes, que a su vez compartirán un puente grúa para el movimiento de los mismos, el área de logística formara parte de esta área para la entrada de materia prima así como el área de expedición de producto acabado.

Las oficinas operativas, producción ingeniería, calidad estarán agrupadas a la entrada de la fábrica, paralela a ella se encontraran los aseos y vestuarios de uso común.



1.2.1.1 DISTRIBUCIÓN Y SUPERFICIES

La distribución de la nave es la indicada en el plano N° 2 del presente proyecto, siendo las superficies útiles de las distintas dependencias las que se indican a continuación:

LOCAL	LONGITUD (m)	ANCHURA (m)	ALTURA (m)	SUPERFICIE ÚTIL (m ²)
OFICINA PRODUCCION	5,9	3,2	2,8	15,6
OFICINA CALIDAD	5,9	3,2	2,8	17,0
OFICINA LOGISTICA	3,0	3,9	2,8	10,3
OFICINA INGENIERIA	3,9	2,9	2,8	12,1
ADMINISTRACION	6,0	2,6	2,8	15,3
SALA REUNIONES	4,9	4,8	2,8	23,1
RECEPCION	4,8	2,2	2,8	10,4
ASEO N°1 OFICINAS (INODORO)	1,2	1,2	2,8	1,1
ASEO N°1 OFICINAS	0,9	1,2	2,8	1,5
ASEO N°2 OFICINAS (INODORO)	1,2	1,2	2,8	1,1
ASEO N°2 OFICINAS	0,9	1,2	2,8	1,5
ASEO N°2 OFICINAS (URINARIOS)	1,8	1,8	2,8	2,3
PASILLO 1	5,0	1,2	2,8	11,5
PASILLO 2	6,0	7,1	2,8	15,5
ACCESO VESTUARIOS	1,9	4,4	2,8	7,7
ASEO VESTUARIO N°1	2,4	1,25	2,8	2,9
ASEO VESTUARIO N°2 (INODORO)	0,9	1,1	2,8	1,0
ASEO VESTUARIO N°2	2,4	1,7	2,8	3,3
CUARTO DE LIMPIEZA	2,0	5,4	2,8	10,7
DUCHAS VESTUARIO N°1	3,3	5,4	2,8	14,2
DUCHAS VESTUARIO N°2	1,8	2,51	2,8	4,5
INODORO DUCHAS VESTUARIO N°1	0,9	1,2	2,8	1,1
INODORO DUCHAS VESTUARIO N°2	1,20	0,95	2,8	1,1
INODOROS VESTUARIO N°1 (1)	0,8	1,15	2,8	0,9
INODOROS VESTUARIO N°1 (2)	0,8	1,2	2,8	0,9
INODOROS VESTUARIO N°1 (3)	1,2	1,5	2,8	0,9



LOCAL	LONGITUD (m)	ANCHURA (m)	ALTURA (m)	SUPERFICIE ÚTIL (m ²)
LAVAVO ACCESO VESTUARIOS	1,15	1,10	2,8	1,1
LAVAVO VESTUARIO N°1	2,05	4,40	2,8	8,9
LAVAVO VESTUARIO N°2	1,60	1,80	2,8	2,9
URINARIOS VESTUARIO N°1	4,70	1,85	2,8	8,4
VESTUARIOS N°1	11,8	4,3	2,8	49,9
VESTUARIOS N°2	2,8	4,2	2,8	13,4
CANTINA	4,6	6,9	2,8	31,7
OFICINA MATRICERIA	6,30	5,53	2,8	22,2
SALA DE COMPRESORES	2,68	3,40	2,8	17,2
NAVE SOLDADURAS	62,0	44,5	12	1870
NAVE PRENSAS	25,0	76,0	12,0	3550
CENTRO DE TRANSFORMACION	4,8	2,5	2,5	12
SALA GRUPO ELECTROGENO	6,7	4,5	2,5	30,1
SUPERFICIE TOTAL (m²)				5809

1.2.1.2. PROCESO. NECESIDADES

1.2.1.2.1. RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA.

El proceso comenzara con la recepción de la materia prima, esta se realizara en un foso donde los camiones se introducirán, la materia prima en forma de bobinas serán descargadas y alojadas junto a las prensas, mediante un puente grúa de 40 Tn.

1.2.1.2.2. ESTAMPACION

Las bobinas se cargan mediante el mismo puente grúa en la bobinadora de la prensa a través de una enderezadora y una conformadora la chapa se suministra a la prensa donde por medio de troqueles de estampación se conforma los diferentes componentes, unos serán directamente expedidos al cliente y otros por el contrario serán soldados en una segunda fase y posteriormente expedidos.

Dependiendo de las propiedades mecánicas de cada material, la geometría de la pieza y dimensiones de la misma se definirá la prensa a utilizar.

En este caso la nave cuenta con prensas de pequeña estampación que comprenden las 250 Tn hasta las 630 Tn.



1.2.1.2.3. MATRICERIA

La zona de matricería utiliza el mismo puente grúa de 40 Tn para poder proceder al mantenimiento preventivo de los troqueles.

Esta zona cuenta a su vez con maquinaria precisa para poder elaborar los componentes de repuesto y modificar elementos necesarios de un troquel.

1.2.1.2.4. LOGISTICA

La zona de logística ubicada en la zona intermedia de la empresa, ubicara componentes para su posterior ensamblado en las líneas de soldadura, estando también ubicados los componentes para enviar directamente a los OEM correspondientes.

Para movilizar los contenedores necesarios será necesario un grupo de carretillas eléctricas que se destinaran tanto a la zona de estampación, producto terminado como a la zona de ensamblaje donde se alimentaran las líneas con componentes provenientes de estampación y se retirara el producto acabado para su correspondiente almacenaje.

1.2.1.2.5. ESAMBLAJE

La zona de soldadura está ubicada en la nave aladaña a la estampación.

En el área de ensamblaje se pueden apreciar diferentes líneas específicas para cada producto, en este caso contamos con el ensamblaje de:

- Parachoques del Porsche Cayanne,
- Eje del motor de PSA, modelo 308,
- Brazo de suspensión del FIAT 500L
- Crosscarbeam VW up

Para poder ensamblar cada uno de estos componentes se cuenta con células de soldadura robotizadas, desde 2 robots a 8 robots, todos ellas constan a su vez de utillajes de acero con elementos neumáticos para poder dar la geometría requerida.

Estas células robotizadas son controladas por PLC S7, que coordina los movimientos de los robots y los utillajes, utilizando equipos Fronius de soldadura.

Una vez ensamblados los componentes se trasladaran a la zona de logística para su expedición en los muelles de carga

1.2.1.2.6. EXPEDICION.

Una vez el producto terminado está correctamente embalado y etiquetado se procede a su carga en los camiones mediante muelles regulables cargándose la mercancía por la parte trasera de los transportes industriales.



1.2.2. PRESCRIPCIONES OFICIALES

Para la redacción del presente Proyecto, así como para la posterior ejecución de las obras, se tendrán en cuenta las Disposiciones, Prescripciones y Normas contenidas en los Reglamentos e Instrucciones siguientes:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias (Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto de 2002)
- Reglamento de Protección Contra Incendios en Establecimiento Industriales.
- Normas particulares de la empresa suministradora de energía, Iberdrola.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación (Real Decreto 3275/1982, de 12 de Noviembre de 1982).
- Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior y sus instrucciones técnicas complementarias (Real Decreto 1890/2008, 14 de noviembre de 2008)
- Ley 31/1995 de 8 de noviembre de prevención de riesgos laborales y Real Decreto 1.215/1997, de 18 de julio, de disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo

Se tendrán igualmente en cuenta todas las ampliaciones, modificaciones e interpretaciones publicadas posteriormente relacionadas con el Decreto y Normas anteriormente señaladas, así como las órdenes y directrices que emanen de la Dirección Facultativa de la Instalación.

1.2.3. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Dado que el plazo de ejecución de la obra no se prevé que sea mayor de 30 días laborables ni la utilización de más de 20 trabajadores, ni que el presupuesto de ejecución por contrata no supere los 450000 euros (75 millones de pesetas), ni que el volumen de mano de obra estimado sea mayor de 500, se redactará un proyecto de estudio básico de seguridad y salud que queda reflejado en el documento N° 5 del presente proyecto.



1.2.4. SUMINISTRO DE ENERGÍA

El suministro de energía eléctrica en baja tensión se realizará desde el Centro de Transformación de tipo exterior propiedad de la fábrica, siendo la Empresa Suministradora en media tensión Iberdrola, S.A, quien abastecerá al mismo con una tensión alterna trifásica de 13200 voltios y con una frecuencia de 50 Hercios.

La empresa suministradora se compromete, previo acuerdo, a facilitar e instalar una línea subterránea hasta el centro de transformación

1.2.5 GRUPO ELECTROGENO E INVERSOR DE REDES

Para que el suministro de energía sea continuo y para evitar cortes de energía debido a eventuales fallos de la red de Iberdrola o fallos del transformador se dispondrá de un grupo electrógeno y un inversor de redes automático, de manera que en el momento que haya un corte de suministro en la línea del transformador se produce una conmutación automática a la línea del grupo electrógeno de manera que no se produzca un corte de energía en el suministro.

La potencia del grupo electrógeno proyectado es de 1600KVA´s para poder asumir la potencia total de la planta.

El inversor de redes no requiere ninguna intervención humana para su funcionamiento. El basculamiento de la red normal a la red de reserva está pilotado eléctricamente. Un inversor de redes tele mandado está constituido por 2 o 3 aparatos a los cuales está asociado un inter enclavamiento eléctrico realizado según diferentes esquemas. El mando de los aparatos está asegurado mediante un interenclavamiento mecánico que protege de cualquier mal funcionamiento eléctrico.

La industria de la automatización es un sector con una demanda continuada durante todo el año, estando trabajando de una forma cada vez más común siete días a la semana, para reducir las inversiones en maquinaria, con una política de stock de seguridad de uno o dos días y los requerimientos de sus clientes del just in time y one piece flow nos llevan a tomar la decisión de asegurar el suministro.

Las penalizaciones de los clientes por parada se estiman en 2500 € cada segundo o 150.000€/h de parada de línea O.E.M, así mismo los costes de la planta por una parada por hora se estiman 6000€ de pérdidas netas por esta razón se justifica la inversión de 106.407€ con una amortización de vida a 20 años de 5.320 euros, muy inferior a penalizaciones de cliente o costes por parada interna.



1.2.6. PREVISIÓN DE CARGAS

La previsión de carga total correspondiente a edificios comerciales, de oficinas o destinados a una o varias industrias, según la ITC-BT-10, en su punto número 4, será la calculada a partir de la demanda de potencia la cual determinará la carga a prever en estos casos. Dicha previsión de carga se calcula dividiendo las cargas previstas en tres apartados: receptores (potencia de la maquinaria a utilizar en la fábrica), alumbrado y tomas de corriente.

1.2.6.1. RECEPTORES

Las potencias que se instalarán, así como los receptores que se colocarán, son los que se indican a continuación. La distribución de la maquinaria se representa en el plano N° 4 del presente proyecto.

1.2.6.2. ALUMBRADO

Según los datos que se han tomado para el cálculo del alumbrado de la nave, el resultado de los mismos refleja una potencia de 63,18 Kw. El cómputo y dimensionado de los aparatos de alumbrado queda expuesto en el documento cálculos del presente proyecto.

1.2.6.3 TOMAS DE CORRIENTE

El criterio utilizado para el dimensionamiento de las tomas de corriente es el siguiente:

- En las dependencias de la zona operativa, como son las oficinas producción, logística, calidad y sala de reuniones se colocará una toma monofásica cada 5 metros cuadrados, representativo del número de personas que pueden trabajar en cada sala salvo en la recepción y pasillos en la que colocaremos una sola toma monofásica por si se quiere pasar una barredora eléctrica o conectar cualquier otro aparato.
- En los aseos de las oficinas se colocara una toma monofásica por si se quiere pasar una barredora eléctrica o conectar cualquier otro aparato
- En los vestuarios, aseos y lavabos se colocaran 1 tomas monofásicas por dependencia, mientras en el pasillo se colocará dos tomas monofásicas.
- En el cuarto de limpieza se colocara una toma monofásica, en la cantina se colocaran dos tomas monofásicas para un posible microondas o frigorífico.



- La zona de estampación constara de 6 cuadros auxiliares de tomas de corriente, cada una ellas con una toma trifásica y dos tomas monofásicas todo ello distribuido a 400V con una corriente nominal para cada cuadro de 48 amperios. Cada toma está preparada para poder conectar equipos de gran potencia como el utilizado en la industria de automoción, radiales, grupos de soldadura o taladros eléctricos
- La zona de soldadura constara de 6 cuadros auxiliares de tomas de corriente, cada una de ellas con una toma trifásica y dos tomas monofásicos todo ello distribuido a 400V con una corriente nominal para cada cuadro de 48 amperios. Cada toma está preparada para poder conectar equipos de gran potencia como el utilizado en la industria de automoción, radiales, grupos de soldadura o taladros eléctricos
- La zona de matricería constara de 2 cuadros auxiliares de tomas de corriente, cada una de ellas con una toma trifásica y dos tomas monofásicos todo ello distribuido a 400V con una corriente nominal para cada cuadro de 48 amperios. Cada toma está preparada para poder conectar equipos de gran potencia como el utilizado en la industria de automoción, radiales, grupos de soldadura o taladros eléctricos
- En el centro de transformación y en el grupo electrógeno se colocará una toma monofásica.

Por lo tanto, el número final de tomas de corriente monofásicas a instalar es 34, mientras que el número de tomas trifásicas es de 14. La distribución de las tomas de corriente se representa en los planos N° 4 del presente proyecto y es la siguiente:

LOCAL	TOMAS MONOFÁSICAS	TOMAS TRIFÁSICAS
OFICINA PRODUCCION	3	0
OFICINA CALIDAD	3	0
OFICINA LOGISTICA	2	0
OFICINA INGENIERIA	3	0
OFICINA ADMINISTRACION	1	0
SALA REUNIONES	2	0
RECEPCION	1	0
ASEO OFICINA N°1	1	0
ASEO OFICINA N°2	1	0
PASILLO	2	0
VESTUARIOS N°1	1	0
VESTUARIOS N°2	1	0
ASEOS VESTUARIOS N°1	1	0



LOCAL	TOMAS MONOFÁSICAS	TOMAS TRIFÁSICAS
ASEOS VESTUARIOS N°2	1	0
LAVAVO VEST. N°1	1	0
LAVAVO VEST. N°2	1	0
AREA DUCHAS N°1	0	0
AREA DUCHAS N°2	0	0
CUARTO LIMPIEZA	1	0
PASILLO	1	0
CANTINA	2	0
C.A. TOMAS CORRIENTE ESTAMPACION	0	6
C.A. TOMAS CORRIENTE SOLDADURA	0	6
C.A. TOMAS CORRIENTE MATRICERIA	0	2
EXTERIOR	0	0
OFICINA MATRICERIA	2	0
SALA COMPRESORES	1	0
CENTRO DE TRANSF.	1	0
GRUPO ELECTROGENO	1	0

Las tomas de corriente monofásicas serán de 230 voltios y 16 amperios, mientras que las tomas de corriente trifásicas de los cuadros auxiliares serán de 400 voltios y 32 amperios.

Para obtener la suma total de la potencia útil de las tomas de corrientes, se tendrá en cuenta la simultaneidad de las mismas. En la nave habrá 34 tomas monofásicas utilizándose simultáneamente, así mismo habrá 14 tomas trifásicas útiles simultáneamente, aunque rara vez se utilizaran simultáneamente solo en fases de arranque de proyectos o puestas a punto. La potencia útil de las tomas de corriente es de 352.41 Kw.

Las tomas de corriente se instalarán a una altura de 20cm sobre el suelo.

Las tomas de corriente en aseos y lavabos se instalarán a una altura de 1,5 metros y deberán cumplir con la ITC-BT 30, ya que la fábrica tiene locales que el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión considera húmedos, por lo que las tomas de corriente deberán presentar el grado de protección correspondiente a la caída vertical de gotas de agua, IPX1. Además sus cubiertas y las partes accesibles de los órganos de accionamiento no serán metálicas



1.2.7. POTENCIA A CONTRATAR

Se trata de estimar con la mayor exactitud posible, cual será el valor máximo de potencia que pueda llegar a consumir la instalación. Para ello se sumarán los valores de las potencias correspondientes a los aparatos de fuerza, alumbrado y tomas de corriente multiplicadas por los coeficientes de simultaneidad, de toda la instalación. Se considera un factor de simultaneidad del 100% para alumbrado. Para el centro de transformación se supone un coeficiente de ampliación del 15%, debido a la capacidad propia de la industria que nos ocupa.

La potencia aparente total de la instalación es de 1357,73 KVAs repartidos en los tres tipos de receptores. Dado que la instalación se sobredimensionará de cara a futuras ampliaciones, aplicando un factor de ampliación del 15%, la potencia total aparente se fijará en 1600 kVAs. Ésta potencia aparente se tendrá que tener en cuenta cuando se proceda al dimensionado del centro de transformación, así como a la hora de contratar la potencia, dados los tipos de contratos de suministro en alta tensión normalizados por la Empresa Suministradora.



1.3. ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN



1.3.1. INTRODUCCIÓN

Para la determinación de las características de las medidas de protección contra choques eléctricos en caso de defecto (contactos indirectos) y contra sobreintensidades, así como de las especificaciones de la aparamenta destinada a tales funciones, será preciso tener en cuenta el esquema de distribución empleado.

Los esquemas de distribución se establecen en función del tipo de conexiones a tierra de la red de distribución o de la alimentación, por un lado, y de las masas de la instalación receptora, por otro.

La denominación se realiza con un código de letras con el significado siguiente:

PRIMERA LETRA (Situación de la alimentación con respecto a tierra)	SEGUNDA LETRA (Situación de las masas de la instalación receptora con respecto a tierra)	OTRAS LETRAS (Eventuales) (Situación relativa del conductor neutro y del conductor de protección)
T (Conexión directa de un punto de alimentación a tierra)	T (Masas conectadas directamente a tierra, independientemente de la eventual puesta a tierra de la instalación)	S (Las funciones de neutro y protección, aseguradas por conductores separados)
I (Aislamiento de todas las partes activas de la alimentación con respecto a tierra o conexión de un punto a tierra a través de una impedancia).	N (Masas conectadas directamente al punto de la alimentación puesto a tierra; en alterna este punto es normalmente el punto neutro)	C (Las funciones de neutro y protección, combinadas en un solo conductor; conductor CPN)

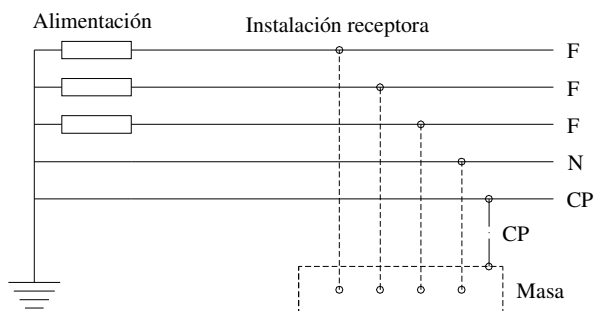
Existen tres tipos de esquemas de distribución: Esquema TN, Esquema TT y Esquema IT, que se detallan a continuación.



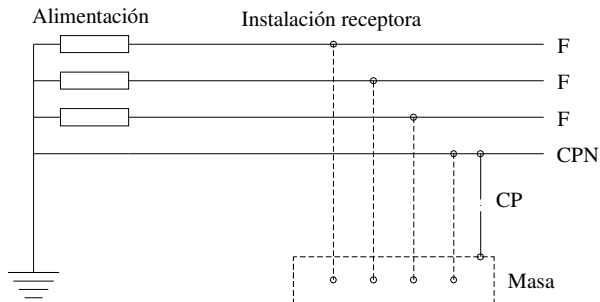
1.3.2. ESQUEMA TN

Los esquemas TN tienen un punto de la alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra y las masas de la instalación receptora conectadas a dicho punto mediante conductores de protección. Se distinguen tres tipos de esquemas TN según la disposición relativa del conductor neutro y del conductor de protección:

- Esquema TN-S: En el que el conductor neutro y el de protección son distintos en todo el esquema:

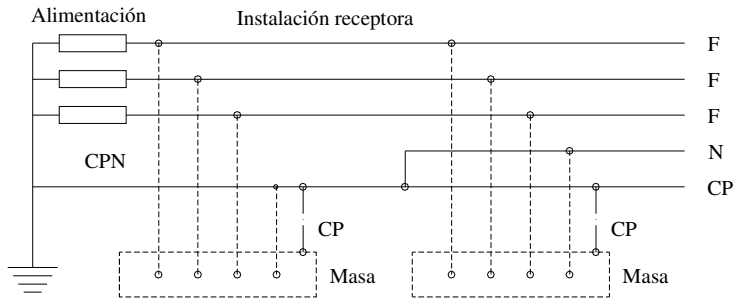


- Esquema TN-C: En el que las funciones de neutro y conductor de protección están combinadas en un solo conductor en todo el esquema:





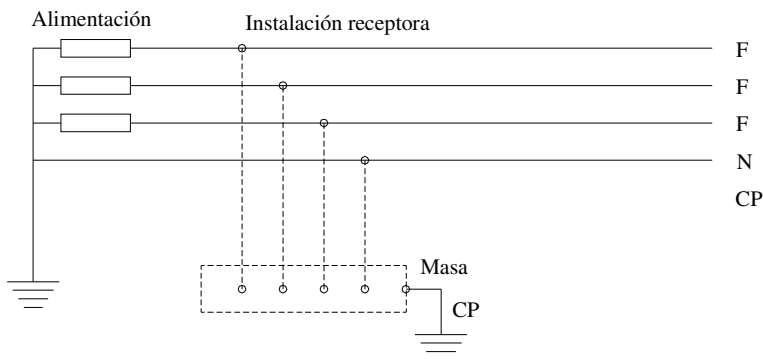
- Esquema TN-C-S: En el que las funciones de neutro y conductor de protección están combinadas en un solo conductor en una parte del esquema:



En los esquemas TN cualquier intensidad de defecto franco fase-masa es una intensidad de cortocircuito. El bucle de defecto está constituido exclusivamente por elementos conductores metálicos.

1.3.3. ESQUEMA TT

El esquema TT tiene un punto de alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de la alimentación:

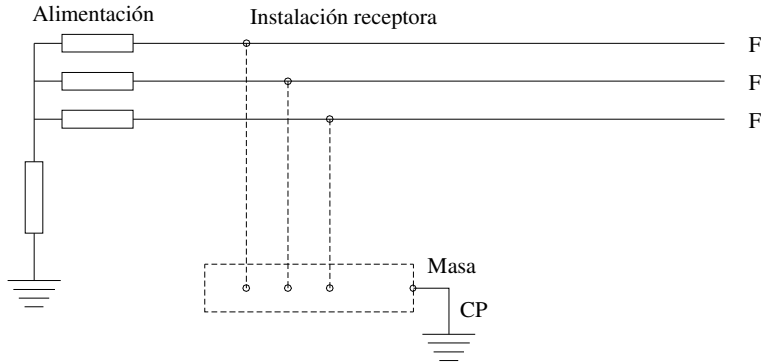


En este tipo de esquema las intensidades de defecto fase-masa o fase-tierra pueden tener valores inferiores a los de cortocircuito, pero pueden ser suficientes para provocar la aparición de tensiones peligrosas.



1.3.4. ESQUEMA IT

El esquema IT no tiene ningún punto de la alimentación conectado directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora están puestas directamente a tierra:



En este tipo de esquema, la intensidad resultante de un primer defecto fase-masa o fase-tierra, tiene un valor lo suficientemente reducido como para no provocar la aparición de tensiones de contacto peligrosas.

1.3.5. SOLUCION ADOPTADA

Según la instrucción técnica ITC-BT 08, la elección de uno de los tres tipos de esquema debe hacerse en función de las características técnicas y económicas de cada instalación. Así mismo, la instrucción indica que para instalaciones alimentadas en baja tensión, a partir de un centro de transformación de abonado, se podrá elegir cualquiera de los tres esquemas citados anteriormente.

La solución más correcta y segura es el esquema IT, pero los problemas que pueden presentarse a la hora de realizar un cambio o ampliación de la instalación, hacen desechar este esquema de distribución.

Las otras dos opciones, esquema TT y TN son prácticamente iguales, salvo que en el esquema TN cualquier intensidad de defecto fase-masa es una intensidad de cortocircuito. Se adopta la solución de realizar la instalación eléctrica en baja tensión de la nave según el **esquema TT** ya que es la solución más flexible a la hora de afrontar futuras ampliaciones, teniendo presente que los defectos fase-masa pueden tener valores inferiores a los de cortocircuito y provocar la aparición de tensiones peligrosas. De manera que se tendrá especial atención a la hora de dimensionar la protección diferencial de la instalación.



1.4. ALUMBRADO



1.4.1. INTRODUCCIÓN. CONCEPTOS GENERALES

El objeto de todo alumbrado artificial es complementar la luz natural o en su defecto sustituirla, tratando de dotar de la iluminación adecuada a espacios, cubiertos o al aire libre, donde se desarrollan diferentes actividades.

En locales en los que se llevan a cabo actividades industriales, la iluminación de los mismos influye directamente en la productividad y en la seguridad laboral de los trabajadores. De manera que a la hora de diseñar el proyecto de alumbrado de un local industrial, tendremos en cuenta las siguientes consideraciones:

- Suministrar la cantidad de luz suficiente.
- Eliminar todas las posibles causas de deslumbramientos.
- Prever aparatos de alumbrado apropiados para cada tipo de trabajo.
- Utilizar los aparatos adecuados a cada tipo de local.
- Usar fuentes luminosas que aseguren, para cada caso, una satisfactoria distribución de los colores.

Buscando siempre el mayor número de lúmenes por vatio y el máximo rendimiento de color podremos encontrar fuentes de luz apropiadas para todo tipo de situación.

1.4.2. MAGNITUDES Y LEYES LUMINOTÉCNICAS

No todas las lámparas emiten luz del mismo color. Por ejemplo hay una sorprendente diferencia entre la luz amarilla de las lámparas de sodio de alta presión y la luz blanca que emiten la mayoría de las restantes. Para seleccionar la fuente luminosa adecuada se utilizan dos parámetros importantes:

* *Índice de Reproducción Cromática (IRC)*: Este índice, utilizado junto con la temperatura de color para determinar la impresión de color, determina la capacidad de reproducir los colores. En la práctica se utilizan las siguientes categorías:

IRC entre 90 y 100	Los colores serán reproducidos de forma excelente. Es el tipo de lámpara que debe utilizarse en museos, imprentas, etc.
IRC entre 80 y 90	Los colores serán reproducidos de forma muy buena. Es el tipo de luz que debe instalarse en la mayor parte de las aplicaciones de interior.
IRC entre 60 y 80	Algunos colores pueden verse distorsionados. Podrá usarse en interiores donde no haya permanencia de personas, como en caso de la industria pesada.



* *Temperatura de color (T_c)*: La “apariencia de color” de una lámpara hace referencia al color de la luz que emite. La luz blanca que emite una lámpara puede variar desde tonalidades cálidas a frías, definidas así en función de las sensaciones psicológicas que nos producen. En la práctica se establecen las siguientes categorías:

$T_c < 3300$ k – Blanco cálido	Es el color de la luz de las lámparas incandescentes, halógenas, de sodio blanco. Se utiliza para entornos íntimos y agradables en los que el interés está centrado en conseguir un ambiente relajado y acogedor.
3300 k $< T_c < 5300$ k – Blanco neutro	Es el color que generan las lámparas fluorescentes y las de halogenuros metálicos. Se utiliza en zonas comerciales y oficinas, para conseguir un ambiente que potencie la concentración.
$T_c < 5300$ k – Blanco frío	Es el color que más se parece a la luz natural del día. Se consigue con lámparas fluorescentes lineales y compactas.

* *Vida de una lámpara (H)*: Existen varias formas de definir la vida de una lámpara o de un conjunto de lámparas incluidas en una instalación de alumbrado, entre las que pueden destacarse las siguientes:

Vida individual: Número de horas de encendido después del cual una determinada lámpara muere.

Vida media: Valor medio estadístico que resulta del análisis y ensayo de una población de lámparas trabajando en condiciones de laboratorio. Se define como el tiempo transcurrido hasta que falla el cincuenta por ciento de las lámparas de un lote representativo trabajando en condiciones especificadas.

Vida útil: Es un dato importante de cara a establecer los períodos de reposición. Se fija estudiando las curvas de depreciación y de supervivencia y normalmente se fija cuando las pérdidas entre las dos curvas suman un 20% ó un 30%.

* *Flujo luminoso de una lámpara (Φ)*: El flujo luminoso expresa la cantidad total de luz emitida, por segundo, por una fuente de luz y ponderada respecto a la sensibilidad espectral del ojo humano. Esto es debido a que la capacidad del ojo humano de enviar información al cerebro sobre la imagen que ve es diferente en función del color que produce el estímulo. La unidad del flujo luminoso es el lumen (lm).

* *Intensidad luminosa de una lámpara (I)*: La intensidad luminosa es el flujo luminoso radiado por una fuente de luz en una dirección específica. Es un concepto que expresa la concentración de luz en un dirección concreta. La intensidad luminosa se expresa en candelas (Cd).



La apertura de haz, que se expresa en grados ($^{\circ}$), determina la concentración o dispersión de la luz producida por una lámpara. Un haz muy estrecho concentrará la luz en una dirección muy concreta, conforme se aumenta la apertura del haz menos concentración se tendrá. Haces anchos se suelen utilizar para alumbrado general o iluminación a corta distancia, mientras que los haces estrechos se emplean en alumbrado de acento o cuando la distancia a la superficie u objeto que se quiere iluminar es grande.

* *Etiquetado energético de las lámparas:* De acuerdo con el RD 284/1999 es obligatorio que las lámparas incandescentes y fluorescentes dedicadas a uso doméstico incorporen en su embalaje información sobre su consumo energético. Esta información queda reflejada en la etiqueta energética. Esta etiqueta muestra una clasificación de siete categorías de eficiencia energética, A, B, C, D, E, F y G, siendo A la más eficaz y G la menos eficaz. Quedan excluidas de ésta clasificación las lámparas con reflector incorporado, las de potencia inferior a 4W, las que tienen un flujo luminoso superior a 6500 lúmenes y todas aquéllas cuyo fin principal no es la generación de luz.

* *Illuminancia (E):* Es el flujo luminoso recibido por unidad de superficie.

$$E = \frac{\Phi}{S}$$

Se mide en lux (lx) con un aparato llamado luxómetro, que consiste en una célula fotoeléctrica que al ser iluminada genera una corriente eléctrica, medida por un miliamperímetro graduado en lux. El lux es la iluminación de una superficie de 1 m^2 que recibe el flujo luminoso de un lumen.

* *Luminancia o brillo (L):* Es la intensidad luminosa en una dirección dada por unidad de superficie aparente luminosa o iluminada. Se mide en nit (nt), aunque se utiliza también la cd/cm^2 . El nit es la luminancia de una superficie aparente de 1 m^2 en una dirección en que la intensidad luminosa es una candela.

* *Rendimiento luminoso (η):* El rendimiento luminoso, conocido también como eficacia luminosa, indica el flujo emitido por una fuente de luz por unidad de potencia eléctrica consumida. Se expresará mediante la fórmula:

$$\eta = \frac{\Phi_v}{W}$$

Su unidad es el lumen por vatio (lm/w). La siguiente tabla expresa rendimientos luminosos de algunas lámparas:

Tipo de lámpara	Potencia (W)	Rendimiento en lm/w
Incandescencia de 40 W	40	11
Fluorescencia de 36 W	36	80
Mercurio alta presión	400	58
Halogenuros metálicos	400	78
Sodio Alta Presión	400	120
Sodio Baja Presión	400	175



1.4.3. SISTEMAS DE ILUMINACIÓN Y METODOS DE ALUMBRADO

Cuando una lámpara se enciende, el flujo emitido puede llegar a los objetos de la sala directamente o indirectamente por reflexión en paredes y techo. La cantidad de luz que llega directa o indirectamente determina los diferentes sistemas de iluminación con sus ventajas e inconvenientes.

Los diversos sistemas de iluminación se clasifican según la distribución del flujo luminoso por encima o por debajo del plano horizontal que contiene a la luminaria. En función de esta clasificación se dividen en iluminación directa, semidirecta, difusa, semiindirecta e indirecta.

La **iluminación directa** se produce cuando todo el flujo de las lámparas va dirigido hacia el suelo. Es el sistema más económico de iluminación y el que ofrece mayor rendimiento luminoso. Por contra, el riesgo de deslumbramiento directo es muy alto y produce sombras duras poco agradables para la vista. Se consigue utilizando luminarias directas.

Su mayor aplicación se encuentra en aquellas situaciones en las que lo más importante es obtener un gran nivel de iluminación de manera económica, sin tener excesiva importancia el efecto estético.

En la **iluminación semidirecta** la mayor parte del flujo luminoso se dirige hacia el suelo y el resto es reflejada en techo y paredes. En este caso, las sombras son más suaves y el deslumbramiento menor que en la iluminación directa creándose un efecto óptico mucho más agradable. Sólo es recomendable para techos que no sean muy altos y sin claraboyas puesto que la luz dirigida hacia el techo se perdería por ellas.

Si el flujo se reparte al cincuenta por ciento entre procedencia directa e indirecta hablamos de **iluminación difusa**. El riesgo de deslumbramiento es bajo y no hay sombras, lo que le da un aspecto monótono al espacio iluminado y sin relieve a los objetos iluminados. Para evitar las pérdidas por absorción de la luz en techo y paredes es recomendable pintarlas con colores claros o mejor blancos.

Cuando la mayor parte del flujo proviene del techo y paredes se obtiene la **iluminación semiindirecta**. Debido a esto, las pérdidas de flujo por absorción son elevadas y los consumos de potencia eléctrica también, lo que hace imprescindible pintar las superficies con tonos claros o blancos para aumentar su poder reflectante. Por contra la luz es de buena calidad, produce muy pocos deslumbramientos y con sombras suaves que dan relieve a los objetos.

Por último se tiene el caso de la **iluminación indirecta** cuando casi toda la luz va al techo. Es la más parecida a la luz natural pero es una solución muy cara puesto que las pérdidas por absorción son muy elevadas. Por ello es imprescindible usar pinturas de colores blancos con reflectancias elevadas. Las fuentes luminosas están ocultas a la vista del observador. No se aprecian zonas luminosas, sino iluminadas.



Los métodos de alumbrado indican cómo se reparte la luz en las zonas iluminadas. Según el grado de uniformidad deseado, distinguiremos tres casos: alumbrado general, alumbrado general localizado y alumbrado localizado.

El **alumbrado general** proporciona una iluminación uniforme sobre todo el área iluminada. Es un método de iluminación muy extendido y se usa habitualmente en oficinas, centros de enseñanza, fábricas, comercios, etc. Se consigue distribuyendo las luminarias de forma regular por todo el techo, provocando iguales condiciones de visión en todos los puntos del interior del local.

El **alumbrado general localizado** proporciona una distribución no uniforme de la luz de manera que esta se concentra sobre las áreas de trabajo. El resto del local, formado principalmente por las zonas de paso se ilumina con una luz más tenue. Se consiguen así importantes ahorros energéticos puesto que la luz se concentra allá donde hace falta. Claro que esto presenta algunos inconvenientes respecto al alumbrado general. En primer lugar, si la diferencia de luminancias entre las zonas de trabajo y las de paso es muy grande se puede producir deslumbramiento molesto. El otro inconveniente es qué pasa si se cambian de sitio con frecuencia los puestos de trabajo; es evidente que si no podemos mover las luminarias tendremos un serio problema. Se puede conseguir este alumbrado concentrando las luminarias sobre las zonas de trabajo. Una alternativa es apagar selectivamente las luminarias en una instalación de alumbrado general.

Empleamos el **alumbrado localizado** cuando necesitamos una iluminación suplementaria cerca de la tarea visual para realizar un trabajo concreto. El ejemplo típico serían las lámparas de escritorio. Se recurrirá a este método siempre que el nivel de iluminación requerido sea superior a 1000 lux, haya obstáculos que tapen la luz proveniente del alumbrado general, cuando no sea necesaria permanentemente o para personas con problemas visuales. Un aspecto que hay que cuidar cuando se emplea este método es que la relación entre las luminancias de la tarea visual y el fondo no sea muy elevada pues en caso contrario se podría producir deslumbramiento molesto.

1.4.4. LEYES FUNDAMENTALES DE LA LUMINOTÉCNIA

- *Ley de la inversa de los cuadrados*

La iluminación E (lux) en un punto P que dista d (m) del foco, es directamente proporcional a la intensidad de iluminación I (cd) en la dirección del punto e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia:

Esto presupone que el foco de luz está lo suficientemente alejado para poder ser considerado como puntiforme (luz procedente de un punto). También se presupone que la superficie es perpendicular a la luz del rayo luminoso.

En estas condiciones, el flujo luminoso contenido en un ángulo sólido se distribuye sobre una superficie que se hace mayor a medida que aumenta la distancia del foco:

$$E = \frac{I}{d^2}$$



- *Ley del coseno*

Cuando la superficie no es perpendicular a la dirección de la intensidad de iluminación, formando el rayo incidente un ángulo α con la normal a dicha superficie, la iluminación en un punto será:

$$E = \frac{I}{d^2} \cos \alpha$$

En este caso la superficie interceptada por el haz de rayos luminosos es mayor que cuando la superficie es perpendicular al rayo, siendo menor la iluminación o densidad de flujo. La superficie interceptada es proporcional al coseno de α .

Cuando el foco está situado a una altura h sobre la superficie a iluminar, la iluminación E en un punto P situado sobre esa superficie, formando el rayo incidente un ángulo α con la normal, siendo I la intensidad de iluminación en esa dirección será:

$$E = \frac{I}{h^2} \cos^3 \alpha$$

1.4.5. CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES DE LAS LÁMPARAS

El sol es el único manantial luminoso natural primario que dispone el hombre. Dado que la luz diurna no llegaba a todos los rincones de su hábitat, ni era posible disponer de ella a todas horas, el hombre se vio obligado a ir inventando a lo largo de los años diversos aparatos para producir luz artificialmente. Esta luz alumbraba lo que se desea y no hay limitación de horas.

La luz siempre se produce por una transformación de algún tipo de energía en energía radiante, mediante un proceso que recibe distintos nombres según cual sea la energía inicial. La luz puede producirse por cuatro procesos generales distintos: la piroluminiscencia, la incandescencia, la electroluminiscencia y la fotoluminiscencia.

1.4.5.1. PIROLUMINISCENCIA

Siguiendo un orden histórico, la piroluminiscencia sería el primer proceso en ésta transformación de energía.

La piroluminiscencia es la obtención de luz mediante la combustión de un material, generalmente un compuesto de carbono en el aire atmosférico.

Como ejemplos se pueden citar la antorcha si el material es madera; el candil si el material es aceite o grasa animal; el quinqué si el material es petróleo y la luz de gas si lo que se quema es gas natural o de petróleo.



1.4.5.2. INCANDESCENCIA

En el proceso de incandescencia la luz se obtiene por agitación térmica de los átomos del material con que está hecho el filamento. El elemento fundamental de una lámpara es el filamento que se lleva a la incandescencia por el paso de una corriente eléctrica. Como el filamento incandescente duraría muy poco tiempo si estuviera en contacto con el aire, es necesaria una ampolla de vidrio para aislarlo. En la actualidad estos filamentos son de wolframio, metal de elevado punto de fusión (3378 °C). Con el fin de aumentar la eficacia, los filamentos se enrollan en espiral sencilla o en doble espiral.

Respecto al gas de llenado de la ampolla, lo más corriente es utilizar una mezcla de argón (90%) y de nitrógeno (10%). La función de este gas es evitar la vaporización del filamento al aumentar la presión interior y simultáneamente evitar que el wolframio vaporizado se deposite sobre la pared interna de la ampolla gracias a corrientes de convección de ésta.

- *Lámparas de incandescencia con halógenos:*

En las lámparas de incandescencia con halógenos se introduce un halógeno (generalmente yodo o bromo) en la ampolla con los gases nobles. La vida de una lámpara de incandescencia estándar es de 1000 horas, mientras que la vida de una lámpara de incandescencia halógena llega a 2000 horas y algunas a 4000 horas.

En los últimos años, las lámparas de incandescencia con halógenos funcionando a baja tensión han revolucionado el mercado, por ejemplo para el alumbrado del automóvil, para tensiones de 12 ó 24 voltios, o incluso para los proyectores de cine de película estrecha y los de diapositivas.

1.4.5.3. ELECTROLUMINISCENCIA

Aunque existen en el mercado varios tipos de luces de electroluminiscencia como son los diodos emisores de luz (LED), que se utilizan para tensiones de 3 a 12 voltios y necesitan una resistencia para limitar la corriente que pasa por ellos, ó la luz láser que consiste en un dispositivo en el que se logra intensificar un haz luminoso mediante la emisión estimulada de radiación, en este apartado se tratará la electroluminiscencia en gases, cuyas lámparas (de vapor de mercurio ó de halogenuros metálicos) son empleadas en el presente proyecto.

Electroluminiscencia en gases:

Para estudiar las lámparas que se basan en la descarga a través de un plasma, podemos considerar primero si el plasma está en contacto con la atmósfera (lámpara de arco) o si el plasma está encerrado en una ampolla. En este segundo caso se tiene en cuenta el elemento químico (mercurio, sodio o xenón) y también según sea la presión del vapor baja o alta. Se distinguirán dos tipos de lámparas en este apartado: las lámparas de vapor de mercurio a alta presión y las lámparas de halogenuros metálicos.



- Lámparas de vapor de mercurio a alta presión:

El elemento más esencial de estas lámparas es un pequeño tubo de cuarzo, generalmente llamado “quemador”, que lleva en ambos extremos sendas parejas de electrodos, ambos de wolframio. El electrodo principal en forma de espiral va impregnado de un material emisor de electrones y el auxiliar es un hilo de wolframio conectado a través de una resistencia de alto valor (25 K Ω). Dentro del quemador hay unos miligramos de mercurio, exactamente dosificados y gas argón para iniciar la descarga.

Cuando la lámpara está funcionando a régimen, el vapor de mercurio adquiere una alta presión (del orden de 5 atmósferas) y como consecuencia del espectro de emisión del mercurio cambia ligeramente, reduciéndose la intensidad de la línea de resonancia de 253,7 nm. Las líneas azules, verdes y amarillas siguen emitiéndose, dando a la luz de la lámpara un color verdoso.

Las lámparas de mercurio de color corregido tienen un período de arranque que dura unos 5 ó 6 minutos, en el cuál la intensidad de la corriente sufre una subida inicial de hasta un 150% de su valor en régimen, lo cual es interesante conocer para el cálculo de las líneas de alimentación.

Cuando se apaga la lámpara es necesario dejarla enfriar cierto tiempo, para que la presión de vapor de mercurio descienda al valor apropiado para el encendido. Este inconveniente de no tener un reencendido inmediato es común a otros tipos de lámparas de descarga.

- Lámparas de halogenuros metálicos:

Estas lámparas son básicamente lámparas de vapor de mercurio a alta presión a las que se les han añadido otros metales en forma de yoduros, que modifican sensiblemente el espectro de emisión, mejorando la eficacia luminosa y el rendimiento en color. Inicialmente se añadían yoduros de sodio, indio y talio, a los que últimamente se han sumado halogenuros de torio, escandio, disprosio y estaño.

La ampolla exterior es de vidrio duro y como los espectros de emisión son ricos en todas las radiaciones no es necesario que vaya recubierto de luminóforo. Generalmente, las ampollas son de forma cilíndrica aunque también se construyen de forma ovoide, con un recubrimiento interior foto luminiscente, para sustituir a las lámparas de mercurio convencionales en las luminarias de alumbrado vial.

Las lámparas de halogenuros metálicos de gran potencia, debido a un alto rendimiento en color y elevado flujo luminoso, se utilizan mucho para el alumbrado de instalaciones deportivas, cuando se desea transmitir el espectáculo por televisión en color.



1.4.5.4. FOTOLUMINISCENCIA

- Lámparas fluorescentes tubulares

Las lámparas fluorescentes normales están constituidas por un tubo de vidrio, antiguamente de 38 mm de diámetro y ahora de 26 mm. La longitud del tubo varía según la potencia, aunque las longitudes más utilizadas son 590, 1200 y 1500 mm y que correspondan a 18, 36 y 58 w de potencia. En ambos extremos del tubo están situados los electrodos constituidos por una doble espiral de wolframio impregnada de óxido emisor de electrones. El tubo está recubierto interiormente de luminóforo en polvo y contiene argón a baja presión y una gota de mercurio puro. Los extremos de cada electrodo se conectan al exterior a dos clavijas y otros contactos según el modelo de casquillos.

El equipo eléctrico necesario para que funcione una lámpara fluorescente está formado por un cebador y un balasto. El cebador va montado en paralelo con la lámpara uniendo dos terminales de distinto extremo del tubo. A los otros dos terminales se conecta la corriente de red pasando por el balasto.

El funcionamiento durante el período de arranque es el siguiente. Al conectar la corriente en el cebador se produce un arco entre la laminilla y el electrodo que están en una atmósfera de neón. Esta descarga en el neón hace que se caliente la laminilla bimetálica, se deforme hasta llegar a tocar al electrodo y se cierre el circuito. Al cerrarse el circuito se ponen incandescentes los filamentos de los electrodos de la lámpara y se forma a su alrededor una nube de iones de Ar y Hg. Como el arco de neón del cebador se ha apagado, la laminilla se enfría y se abre el circuito. El balasto, que es una bobina de hilo de cobre sobre chapas magnéticas, actúa como reactancia limitadora de la corriente en el circuito.

El flujo luminoso de las lámparas fluorescentes depende de la temperatura exterior. Así, por debajo del 0° C el flujo luminoso puede llegar a ser el 10% del valor nominal. Por esto, no es recomendable el uso de lámparas fluorescentes en exteriores en lugares donde haya heladas nocturnas. Si se desea utilizar lámparas fluorescentes en sitios donde haya bajas temperaturas, es conveniente protegerlas con tubos de plástico transparente para facilitar su auto calentamiento.

Finalmente otra característica muy importante es la influencia que tiene el número de encendidos en la vida. Si la vida media se determina según una norma internacional para encendidos de tres horas, al pasar a un encendido cada 10 horas, la vida se prolonga un 40%. Por el contrario, si se hacen encendidos muy cortos, la vida puede reducirse a la mitad o la cuarta parte.

Las ventajas de la alimentación a alta frecuencia son las siguientes:

- Se reduce la potencia consumida por la lámpara y se elimina el parpadeo
- Aumenta el flujo luminoso y se reducen las pérdidas en el balasto
- Existe la posibilidad de reducir el flujo mediante un sencillo potenciómetro
- La vida de la lámpara no es afectada por el número de encendidos



- Lámparas fluorescentes compactas

Este tipo de lámpara ha surgido fruto de la ardua investigación en materias como el diámetro interior del tubo (al disminuirlo, aumenta la intensidad de la corriente de descarga y para ello hay que aumentar el peso y el volumen del balasto), la corriente y el voltaje de corriente de la lámpara, así como investigación en cuanto a materiales se refiere (los silicatos de magnesio tienen mayor estabilidad a las radiaciones ultravioletas).

Las lámparas fluorescentes compactas se pueden agrupar en dos modelos: las compactas cilíndricas y las compactas de dos tubos paralelos.

Las compactas cilíndricas están formadas por un tubo de vidrio de 10 mm de diámetro interior doblado en forma de U por dos veces. El tubo, balasto y el cebador quedan encerrados en un cilindro de 72 mm de diámetro y una longitud que depende de la potencia. Para facilitar su sustitución, estas lámparas van provistas de casquillos de rosca del mismo tamaño E-27. Se fabrican en potencias de 9, 13, 18 y 25 W y por su alta eficacia (del orden de 98 lm/W) pueden reemplazar a las lámparas incandescentes de cuatro veces su potencia.

Los principales inconvenientes son: el peso, ya que el balasto incorporado pesa bastante, y el que cuando se funden hay que cambiar la lámpara entera con cebador y balasto, cosa que no sucede con las fluorescentes tubulares.

En las compactas de dos tubos paralelos, el balasto hay que montarlo en el circuito. El casquillo es de una forma especial conocida como G-23, con dos contactos metálicos y un receptáculo intermedio en donde están alojados el cebador y el condensador. La presión del vapor de mercurio se regula gracias a los extremos de los tubos que quedan por encima de la unión en las lámparas de dos tubos o en las esquinas en las lámparas en U. Las potencias más usuales son 5, 7, 9, 11, 13 y 18 W y sus eficacias oscilan entre 40 y 55 lm/W

- Lámparas de sodio de baja presión

Aunque las lámparas de sodio de baja presión son las que tienen mejor eficacia, su porvenir ha sido bastante incierto por la única razón de emitir una luz amarilla prácticamente monocromática, lo que da un rendimiento de color nulo. Se utiliza en el alumbrado de autopistas y carreteras, en donde la identificación de los colores no es crítica.

El tubo de descarga es un tubo de vidrio doblado en forma de U con un electrodo en cada uno de los extremos. Cuando la lámpara está fría, puede verse en el interior del tubo unas gotas de sodio metálico pegadas a las paredes. El gas para iniciar la descarga es una mezcla de argón y neón.

En el momento de conectar la lámpara se inicia la descarga a través del xenón que contiene el tubo, dando una luz de color rojizo típica de ese gas. A medida que se va calentando se va evaporando el sodio y hay un cambio progresivo del color de la luz emitida, desde el rojo hacia el amarillo. Un inconveniente de estas lámparas, es que solo pueden funcionar en posición horizontal o próxima a ella.



- Lámparas de sodio de alta presión

Aunque la rama del sodio de alta presión se haya unida a la de sodio de baja presión, la realidad es que las lámparas de sodio de alta presión son una variante de las de mercurio de alta presión.

El fundamento de estas lámparas reside en el interior del tubo, en el que se encuentran distribuidos sodio, mercurio y xenón. Este último sirve para iniciar la descarga aunque la temperatura exterior sea baja. Se fabrican con una amplia gama de potencias que van desde 30 a 1000 W. Posiblemente el mayor logro de los últimos años haya sido conseguir lámparas de sodio de potencias bajas que permitan reemplazar a las lámparas de vapor de mercurio de mayor potencia, conservando el mismo nivel luminoso.

Las lámparas de sodio de alta presión de menores potencias (30, 50 y 75 W) se utilizan en el alumbrado de zonas peatonales, parques y jardines y alumbrados de seguridad.

ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS FUENTES DE LUZ:

A modo de ayuda se expone un cuadro comparativo de las diferentes lámparas con sus características principales. Como existen diferencias, es conveniente estudiar por separado las lámparas incandescentes con halógenos; en los fluorescentes separar las tubulares de las compactas y las de sodio según su presión sea alta o baja:

TIPO	POTENCIAS (W)	FLUJOS (Lm)	EFICACIAS (Lm/W)	VIDA ÚTIL ⁽¹⁾ (h)	UTILIZACIÓN
INCANDESCENCIA	1 a 2000	6 a 40000	8 a 20	1000	Comercio y Doméstico
INCANDESCENCIA CON HALÓGENOS	3 a 10000	36 a 220000	18 a 22	2000	Monumental y Doméstico
FLUORESCENTES TUBULARES	4 a 215	1000 a 15500	40 a 93	12000	Doméstico y Oficinas
FLUORESCENTES COMPACTAS	5 a 36	250 a 2900	50 a 82	6000	Doméstico y Oficinas
VAPOR DE MERCURIO	50 a 2000	1800 a 125000	40 a 58	16000	Vial e Industrial
HALOGENUROS METÁLICOS	75 a 3500	5000 a 300000	60 a 95	1000 a 6000	Deportivo y Comercial
SODIO ALTA PRESIÓN	50 a 1000	3500 a 130000	66 a 130	16000	Vial e Industrial
SODIO BAJA PRESIÓN	18 a 180	1800 a 33000	100 a 183	10000	Vial

⁽¹⁾ Vida útil es la que se corresponde con el momento en que el 50% de las lámparas de un lote de lámparas siguen funcionando.



1.4.6. ALUMBRADO INTERIOR

En un buen diseño de alumbrado de interiores la fase primera, y quizás más difícil, es la de pretender reunir todas las condiciones para que al final la aproximación a la solución óptima sea la correcta. De cara al cálculo del alumbrado se utilizan diversos factores que se consideran importantes y que se enumeran a continuación:

- Determinar el alumbrado deseado basándose en la tarea visual como fin principal.
- Elección de la lámpara a utilizar.
- Elección de la luminaria.
- Cálculo del número de luminarias a utilizar.
- Cálculo del número de luminarias a instalar.
- Disposición de las luminarias.

Todos estos datos se calcularán en base al criterio de cálculo para alumbrado interior que se describe en el siguiente punto del presente proyecto.

1.4.6.1. MÉTODO DE CÁLCULO

El método que utilizaremos para la elaboración de nuestro proyecto de iluminación es por el Dialux basado en el método de los lúmenes. Este método se basa en el desarrollo de ocho puntos fundamentales:

- Determinación del nivel de iluminación requerido
- Dimensiones del local
- Altura del local
- Altura del plano útil
- Factor de mantenimiento o conservación
- Factores de reflexión del techo, paredes y suelo
- Determinación del tipo de lámpara necesario
- Distribución del número definitivo de aparatos de alumbrado

La normativa europea EN 12464 recomienda una altura del plano útil de trabajo de 0,85 m. Naturalmente, se adoptara éste valor excepto cuando las condiciones del trabajo que se ha de realizar en el local a iluminar requieran que el plano útil de trabajo sea distinto al señalado



1. Determinación del nivel de iluminación.

Los niveles de iluminación recomendados para un local dependen de las actividades que se vayan a realizar en el mismo y de las características de los objetos a iluminar. En general podemos distinguir entre tareas con requerimientos luminosos mínimos, normales o exigentes.

En el primer caso estarían las zonas de paso (pasillos, vestíbulos, etc.) o los locales poco utilizados (almacenes, vestuarios...), con luminancias entre 50 y 200 lx.

En el segundo caso tenemos las zonas de trabajo y otros locales de uso frecuente con iluminancias entre 200 lx y 1000 lx. Por último están los lugares donde son necesarios niveles de iluminación muy elevados (más de 1000 lx) porque se realizan tareas visuales con un grado elevado de detalle que se puede conseguir con iluminación local.

A continuación se expone una tabla de iluminancias recomendadas según la actividad y el tipo de local.

Tareas y clases de local	Iluminancia media en servicio (lux)		
	Mínimo	Recomendado	Máximo
Zonas generales de edificios			
Zonas de circulación, pasillos	50	100	150
Escaleras, escaleras móviles, roperos, lavabos, almacenes y archivos	100	150	200
Centros docentes			
Aulas, laboratorios	300	400	500
Bibliotecas, salas de estudio	300	500	750
Oficinas			
Oficinas normales, mecanografiado, salas de proceso de datos, salas de conferencias	450	500	750
Grandes oficinas, salas de delineación, CAD/CAM/CAE	500	750	1000
Comercios			
Comercio tradicional	300	500	750
Grandes superficies, supermercados, salones de muestras	500	750	1000
Industria (en general)			
Trabajos con requerimientos visuales limitados	200	300	500
Trabajos con requerimientos visuales normales	500	750	1000
Trabajos con requerimientos visuales especiales	1000	1500	2000



Viviendas			
Dormitorios	100	150	200
Cuartos de aseo	100	150	200
Cuartos de estar	200	300	500
Cocinas	100	150	200
Cuartos de trabajo o estudio	300	500	750

2. Dimensiones del local.

El programa para el cálculo de lúmenes permite exportar de AutoCAD los planos originales con las dimensiones indicadas en la tabla adjunta en el apartado 1.2.1.1 del presente documento.

3. Altura del local

La altura de los locales queda definida de la siguiente manera, 2,8 metros para las oficinas y vestuarios, para las zonas productivas, estampación, soldadura y matricería la altura es de 12 metros. Para el centro de transformación y la sala del grupo electrógeno la altura es de 2,5 metros.

4. Altura del plano útil

El plano de trabajo se colocará dependiendo de la actividad a realizar en el local. Así se dispone el mismo a una distancia de 0,85 metros en todos los locales salvo en los pasillos donde no se requiere altura (el plano de trabajo se coloca a 0 metros) y en aquellos locales en los que se requiera una altura mayor como en matricería, estampación y soldadura, el plano de trabajo se colocará a 1 metro de altura.

5. Factor de conservación

F_c , es el factor de conservación de la lámpara, que da la pérdida de flujo luminoso de la lámpara como consecuencia de su envejecimiento natural y las pérdidas de reflexión o transmisión de la luminaria por el mismo motivo. El valor del índice de conservación oscila entre 0,50 y 0,80 correspondiendo el valor más alto a instalaciones de locales limpios y realizadas con luminarias cerradas que albergan lámparas de baja depreciación luminosa, y los que la conservación se realiza con asiduidad. El valor más bajo corresponde a instalaciones de locales sucios con un mal mantenimiento de la instalación.

6. Factores de reflexión del techo, paredes y suelo

Es necesario conocer el grado de reflexión de techo, paredes y suelo del local, que a modo orientativo se reproduce en la siguiente tabla:



Color	Grado de reflexión (%)	Color	Grado de reflexión (%)
Blanco	70-85	Espejo Plata	80-90
Gris Claro	40-50	Esmalte Blanco	75-85
Gris Oscuro	10-20	Madera Clara	30-50
Negro	4	Mármol Blanco	60-70
Marrón Claro	30-40	Hormigón Claro	30-50
Marrón Oscuro	10-20	Mortero Claro	35-55
Verde Claro	45-65	Arenisca Oscura	15-25
Azul Oscuro	5-10	Ladrillo Claro	30-40

En nuestro caso dado que no está aún especificado el color y materiales de pared, techo y suelo, sea determinado utilizar factores de reflexión medios fijándose el 20% de reflexión en el suelo, 50% de reflexión en paredes y un 70% en el techo.

7. Determinación del tipo de lámpara necesario

Se emplearán varios tipos de lámparas dadas las diferentes actividades a realizar en la fábrica. Se colocarán lámparas de halogenuros metálicos en aquellas zonas en las que se necesite de gran eficacia luminosa dada la amplia superficie del local, como son la nave destinada a estampación, soldadura y logística. Se utilizarán luminarias empotrables en las zonas de pasillos, así como en aquellos locales en los que se necesita focalizar la luz en un punto como son las salas de gestión de la fábrica (Producción, calidad, gerencia) y sala de reuniones o los aseos. En la zona de vestuarios y aseos aledaños se utilizaran luminarias estancas.

Para la iluminación de las zonas exteriores utilizaremos lámparas de halogenuros metálicos combinadas con proyectores de luz, que nos permiten una iluminación de zonas amplias combinada con una larga duración de la lámpara



8. Distribución del número definitivo de aparatos de alumbrado

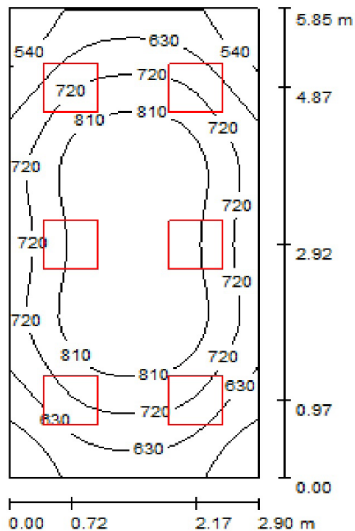
Normalmente, los locales que se trata de iluminar son de forma rectangular; de manera que los aparatos de alumbrado se sitúan formando hileras paralelas al eje mayor y al eje menor del local.

La uniformidad de la iluminación depende de la forma en que se cortan los haces luminosos de los aparatos de alumbrado que, a su vez depende de la abertura de dichos aparatos y de la altura de suspensión de los mismos.

La posición quedara definida por los ejes de coordenadas indicados en las tablas de programa dialux.

Ejemplo calculo Dialux

OFICINA CALIDAD / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.880 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:76

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	727	462	903	0.635
Suelo	20	578	383	723	0.663
Techo	70	159	114	184	0.716
Paredes (4)	50	360	131	744	/

Plano útil:	UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura: 0.850 m	Pared izq	16	17	
Trama: 32 x 16 Puntos	Pared inferior	15	19	
Zona marginal: 0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Porcentaje de puntos con menos de 400 lx (para IEQ-7): 0.00%.

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	Philips TBS160 4xTL-D18W HFP C3 (Tipo 1)* (1.000)	3672	5400	70.0
*Especificaciones técnicas modificadas			Total: 22032	Total: 32400	420.0

Valor de eficiencia energética: $24.76 \text{ W/m}^2 = 3.40 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 16.96 m^2)



La distribución definitiva de los aparatos de alumbrado queda reflejada en el plano N° 3 del presente proyecto.

1.4.6.2. SOLUCIONES ADOPTADAS

Considerando las especificaciones indicadas anteriormente se utilizarán aparatos de alumbrado con iluminación directa en todas aquellas instancias de la nave, donde con una correcta distribución de puntos de luz se evita el incómodo efecto de las sombras como en la zona de oficinas operativas, producción, calidad ingeniería.

A sabiendas que una buena y eficiente iluminación mejora el rendimiento y la seguridad en el trabajo del operario, se ha tratado de sobredimensionar el nivel de luz requerido, redondeando al alta el número de aparatos en todos los casos.

La disposición de las luminarias está expuesta en el plano N° 3, del presente proyecto.

El nivel medio de iluminación para cada local se ha obtenido de la tabla de iluminancias recomendadas, eligiendo el valor recomendado para todos los casos.

Se emplearán varios tipos de lámpara. Por una parte para las zonas de oficinas, se utilizarán lámparas fluorescentes beneficiándonos de su larga duración, bajo coste de adquisición y amplio abanico de gamas y tipos. Por otra parte se utilizarán focos de iluminación (downlights) para los pasillos, que enfocarán la luz de modo localizado y desprenden una buena calidad de alumbrado.

Se realiza una limpieza periódica anual de todos los aparatos de alumbrado y el ambiente de los locales se considera sucio en las zonas de estampación, soldadura y matricería, así como todas las áreas destinadas a logística y caseta del transformador y grupo electrógeno, se considera ambiente limpio para el resto de los locales. De manera que se emplearán luminarias estancas en aquellos locales en los que se considere ambiente sucio, así como en los vestuarios, para cumplir con las condiciones de seguridad y evitar el rápido deterioro de las lámparas debido a la humedad.

En la zona estampación, soldadura, matricería y logística se colocarán aparatos que constan de luminaria cerrada suspendida con reflector dispersor en aluminio anodizado que alberga en su interior una lámpara de halogenuros metálicos de 400 vatios.

Para realizar la iluminación de las zonas de estampación, soldadura y matricería desde puntos distintos se utilizaran pulsadores conmutadores que accionan los telerruptores, de esta manera cambiando el estado del telerruptor accionaremos la iluminación de la zona comentadas. Los pulsadores actúan sobre la bobina de los telerruptores y los contactos de los telerruptores comandan el circuito de alumbrado

Por último, en los aseos se emplearán luminarias funcionales con reflector de gran rendimiento lumínico similares a las utilizadas en los pasillos.



Cada puesto de trabajo tiene asociado una iluminación directa especificada en los cuadernos de carga suministrados al proveedor consistente en una o dos lámparas fluorescentes a determinar según las necesidades del puesto, en este estudio no se consideran, puesto que las mismas están asociadas a la potencia de cada máquina.

Teniendo en cuenta todos los conceptos expuestos anteriormente y en base a los resultados obtenidos con los cálculos realizados, se enumeran las soluciones adoptadas para la instalación de alumbrado interior de cada local.

ZONA	TIPO DE LÁMPARAS	TIPO DE LUMINARIAS
OFICINA PRODUCCION	16 Lámparas fluorescentes Master TLD SUP80 18W/840 de PHILIPS	4 Luminaria empotradas DOWNLIGHTS con reflector de aluminio de alto brillo TBS160 4*TLD 18W/840 HF-P C3
OFICINA CALIDAD	16 Lámparas fluorescentes Master TLD SUP80 18W/840 de PHILIPS	4 Luminaria empotradas DOWNLIGHTS con reflector de aluminio de alto brillo TBS160 4*TLD 18W/840 HF-P C3
OFICINA LOGISTICA	16 Lámparas fluorescentes Master TLD SUP80 18W/840 de PHILIPS	4 Luminaria empotradas DOWNLIGHTS con reflector de aluminio de alto brillo TBS160 4*TLD 18W/840 HF-P C3
OFICINA INGENIERIA	16 Lámparas fluorescentes Master TLD SUP80 18W/840 de PHILIPS	4 Luminaria empotradas DOWNLIGHTS con reflector de aluminio de alto brillo TBS160 4*TLD 18W/840 HF-P C3
ADMINISTRACION	16 Lámparas fluorescentes Master TLD SUP80 18W/840 de PHILIPS	4 Luminaria empotradas DOWNLIGHTS con reflector de aluminio de alto brillo TBS160 4*TLD 18W/840 HF-P C3
SALA REUNIONES	24 Lámparas fluorescentes Master TLD SUP80 18W/840 de PHILIPS	6 Luminaria empotradas DOWNLIGHTS con reflector de aluminio de alto brillo TBS160 4*TLD 18W/840 HF-P C3
RECEPCION	12 Lámparas fluorescentes Master TLD SUP80 18W/840 de PHILIPS	3 Luminaria empotradas DOWNLIGHTS con reflector de aluminio de alto brillo TBS160 4*TLD 18W/840 HF-P C3
ASEO Nº1 OFICINAS (INODORO)	1 Lámpara compacta MASTER PL-C Xtra 26W/840/2P G24D-3 de PHILIPS	1 Luminarias estanca DOWNLIGHTS con reflector de aluminio de alto brillo, FBS 270 1*PL-C/2P26W/840 M
ASEO Nº1 OFICINAS	1 Lámpara compacta MASTER PL-C Xtra 26W/840/2P G24D-3 de PHILIPS	1 Luminarias estanca DOWNLIGHTS con reflector de aluminio de alto brillo, FBS 270 1*PL-C/2P26W/840 M



ZONA	TIPO DE LÁMPARAS	TIPO DE LUMINARIAS
ASEO Nº2 OFICINAS (INODORO)	1 Lámpara compacta MASTER PL-C Xtra 26W/840/2P G24D-3 de PHILIPS	1 Luminarias estanca DOWNLIGHTS con reflector de aluminio de alto brillo, FBS 270 1*PL-C/2P26W/840 M
ASEO Nº2 OFICINAS	1 Lámpara compacta MASTER PL-C Xtra 26W/840/2P G24D-3 de PHILIPS	1 Luminarias estanca DOWNLIGHTS con reflector de aluminio de alto brillo, FBS 270 1*PL-C/2P26W/840 M
ASEO Nº2 OFICINAS (URINARIOS)	2 Lámparas compacta MASTER PL-C 18W/840/2P G24D-3 de PHILIPS	2 Luminarias estanca DOWNLIGHTS con reflector de aluminio de alto brillo, FBS 270 1*PL-C/2P18W/840 M
PASILLO 1	5 Lámparas compacta MPL-C 18W/840/2P G24D-3 de PHILIPS	5 Luminarias empotrada DOWNLIGHTS con reflector de aluminio de alto brillo, FBS120 1*PL-C/2P18W/840 P
PASILLO 2	5 Lámparas compacta MASTER PL-C 18W/840/2P G24D-3 de PHILIPS	1 Luminarias empotrada DOWNLIGHTS con reflector de aluminio de alto brillo, FBS120 1*PL-C/2P18W/840 P
ACCESO VESTUARIOS	2 Lámparas fluorescente MASTER TLD SUP80 36W/840 de PHILIPS	1 Luminarias empotrables universales con equipo electrónico, TBS 160 2x TL- D 36W/840 HF-P M6
ASEO VESTUARIO Nº1	2 Lámparas compact MASTER PL-C 18W/840/2P G24D-3de PHILIPS	2 Luminarias estanca DOWNLIGHTS con reflector de aluminio de alto brillo, FBS 270 1*PL-C/2P18W/840 M
ASEO VESTUARIO Nº2 (INODORO)	1 Lámpara compact MASTER PL-C 18W/840/2P G24D-3de PHILIPS	1 Luminarias estanca DOWNLIGHTS con reflector de aluminio de alto brillo, FBS 270 1*PL-C/2P18W/840 M
ASEO VESTUARIO Nº2	2 Lámparas compact MASTER PL-C 26W/840/2P G24D-3 de PHILIPS	1 Luminarias estanca DOWNLIGHTS con reflector de aluminio de alto brillo, FBS 270 1*PL-C/2P26W/840 M
CUARTO DE LIMPIEZA	3 Lámparas compact MASTER PL-C 26W/840/2P G24D-3 de PHILIPS	3 Luminarias empotrada DOWNLIGHTS con reflector de aluminio de alto brillo, FBS 270 1*PL-C/2P26W/840 M
DUCHAS VESTUARIO Nº1	8 Lámparas fluorescentes Master TLD SUP80 18W/840 de PHILIPS	1 Luminarias estanca DOWNLIGHTS TCW216 1*TLD 18W/840 HF-P
DUCHAS VESTUARIO Nº2	4 Lámparas fluorescentes Master TLD SUP80 18W/840 de PHILIPS	1 Luminarias estanca DOWNLIGHTS TCW216 1*TLD 18W/840 HF-P



ZONA	TIPO DE LÁMPARAS	TIPO DE LUMINARIAS
INODORO DUCHAS VESTUARIO N°1	1 Lámpara compacta MASTER PL-C 26W/840/2P G24D-3 de PHILIPS	1 Luminarias estancia DOWNLIGHTS con reflector de aluminio de alto brillo, FBS 270 1*PL-C/2P18W/840 M
INODORO DUCHAS VESTUARIO N°2	1 Lámpara compacta MASTER PL-C 26W/840/2P G24D-3 de PHILIPS	1 Luminarias estancia DOWNLIGHTS con reflector de aluminio de alto brillo, FBS 270 1*PL-C/2P18W/840 M
INODOROS VESTUARIO N°1 (1)	1 Lámpara compacta MASTER PL-C 26W/840/2P G24D-3 de PHILIPS	1 Luminarias estancia DOWNLIGHTS con reflector de aluminio de alto brillo, FBS 270 1*PL-C/2P18W/840 M
INODOROS VESTUARIO N°1 (2)	1 Lámpara compacta MASTER PL-C 18W/840/2P G24D-3 de PHILIPS	1 Luminarias estancia DOWNLIGHTS con reflector de aluminio de alto brillo, FBS 270 1*PL-C/2P18W/840 M
INODOROS VESTUARIO N°1 (3)	1 Lámpara compacta MASTER PL-C 18W/840/2P G24D-3 de PHILIPS	1 Luminarias estancia DOWNLIGHTS con reflector de aluminio de alto brillo, FBS 270 1*PL-C/2P18W/840 M
LAVAVO ACCESO VESTUARIOS	1 Lámpara compacta MASTER PL-C 26W/840/2P G24D-3 de PHILIPS	1 Luminarias estancia DOWNLIGHTS con reflector de aluminio de alto brillo, FBS 270 1*PL-C/2P26W/840 M
LAVAVO VESTUARIO N°1	3 Lámparas compacta MASTER TLD SUP80 18W/840 de PHILIPS	1 Luminarias estancia DOWNLIGHTS TCW216 2*TLD 18W/840 HF-P
LAVAVO VESTUARIO N°2	2 Lámparas compacta MASTER TLD SUP80 18W/840 de PHILIPS	1 Luminarias estancia DOWNLIGHTS TCW216 2*TLD 18W/840 HF-P
URINARIOS VESTUARIO N°1	3 Lámpara compacta MASTER PL-C 26W/840/2P G24D-3 de PHILIPS	1 Luminarias estancia DOWNLIGHTS con reflector de aluminio de alto brillo, FBS 270 1*PL-C/2P26W/840 M
VESTUARIOS N°1	4 Lámpara compacta MASTER TLD SUP80 36W/840 de PHILIPS	1 Luminaria Óptica alto brillo facetada TBS160 2*TLD 36W/840 HF-P M6
VESTUARIOS N°2	1 Lámpara compacta MASTER TLD SUP80 36W/840 de PHILIPS	1 Luminaria Óptica alto brillo facetada TBS160 2*TLD 36W/840 HF-P M6
CANTINA	3 Lámparas fluorescentes MASTER TLD SUP80 36W/840 de PHILIPS	1 Luminaria Óptica alto brillo facetada TBS160 2*TLD 36W/840 HF-P M6



ZONA	TIPO DE LÁMPARAS	TIPO DE LUMINARIAS
OFICINA MATRICERIA	6 Lámparas fluorescentes MASTER TLD SUP80 18W/840 de PHILIPS	1 Luminaria Óptica alto brillo facetada TBS160 4*TLD 18W/840 HF-P C3
SALA DE COMPRESORES	2 Lámparas fluorescentes MASTER TLD SUP80 58W/840 de PHILIPS	1 Luminarias estanca adosada al techo TCW216 2*TLD 58W/840 HF-P
CENTRO DE TRANSFORMACION	1 Lámparas fluorescentes MASTER TLD SUP80 58W/840 de PHILIPS	1 Luminarias estanca adosada al techo TCW216 2*TLD 58W/840 HF-P
SALA GRUPO ELECTROGENO	2 Lámparas fluorescentes MASTER TLD SUP80 58W/840 de PHILIPS	1 Luminarias estanca adosada al techo TCW216 2*TLD 58W/840 HF-P
NAVE SOLDADURAS	44 Lámparas de halogenuros metálicos de descarga de alta intensidad HPI-P400W-BU/743 de PHILIPS	44 Luminarias estancas Cabana, montaje suspendido BY150P 1*HPI-P400W-BU P-WB
NAVE PRENSAS	77 Lámparas de halogenuros metálicos de descarga de alta intensidad HPI-P400W-BU/743 de PHILIPS	77 Luminarias estancas Cabana, montaje suspendido BY150P 1*HPI-P400W-BU P-WB



1.4.7. ALUMBRADO DE EMERGENCIA



1.4.7.1. MÉTODO DE CÁLCULO

Las instalaciones destinadas a alumbrado de emergencia tienen por objeto asegurar, en caso de fallo de la alimentación al alumbrado normal, la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas, para una eventual evacuación del público o iluminar otros puntos que se señalen.

Contarán con una instalación de alumbrado de emergencia las zonas siguientes:

- Todos los recintos cuya ocupación sea mayor que 100 personas.
- Los recorridos generales de evacuación de zonas destinadas a uso Residencial o a uso Hospitalario, y los de zonas destinadas a cualquier otro uso que estén previstos para la evacuación de más de 100 personas.
- Todas las escaleras y pasillos protegidos, todos los vestíbulos previos y todas las escaleras de incendios.
- Los aparcamientos para más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y las escaleras que conduzcan desde aquéllos hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- Los locales de riesgo especial y los aseos generales de planta en edificios de acceso público.
- Los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.
- Los cuadros de distribución de la instalación de alumbrado de las zonas antes citadas.

El método que utilizaremos para la elaboración de nuestro proyecto de iluminación de emergencia es mediante el programa de cálculo Daisa de la casa Daisalux basado en el método de los lúmenes. Este método se basa en el desarrollo de cinco puntos fundamentales:

- Determinación del nivel de iluminación requerido, características generales
- Dimensiones del local
- Altura montaje las luminarias
- Número y tipo de luminaria en local
- Recorrido de evacuación



1. Características generales:

La instalación será fija, estará provista de fuente propia de energía y debe entrar automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo de alimentación a la instalación de alumbrado normal de las zonas indicadas en el apartado anterior, entendiéndose por fallo el descenso de la tensión de alimentación por debajo del 70% de su valor nominal.

La instalación cumplirá las condiciones de servicio que se indica a continuación durante, 1 hora, como mínimo, a partir del instante en que tenga lugar el fallo:

- Proporcionará una iluminancia de 1 lx, como mínimo, en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación, medida en el eje en pasillos y escaleras, y en todo punto cuando dichos recorridos discurran por espacios distintos de los citados.
- La iluminancia será, como mínimo, de 5 lx en los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado.
- La uniformidad de la iluminación proporcionada en los distintos puntos de cada zona será tal que el cociente entre la iluminancia máxima y la mínima sea menor que 40.
- Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión sobre paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que englobe la reducción del rendimiento luminoso debido a la suciedad de las luminarias y al envejecimiento de las lámparas.

2. Dimensiones del local.

El programa para el cálculo Daisa de lúmenes permite exportar de AutoCAD los planos originales con las dimensiones indicadas en la tabla adjunta en el apartado 1.2.1.1 del presente documento.

3. Altura del local

La altura de los equipos de alumbrado de emergencia queda definida de la siguiente manera, 2,5 metros para las oficinas y vestuarios, para las zonas productivas, estampación y matricería la altura es de 12 metros. Para el centro de transformación y la sala del grupo electrógeno la altura es de 2,5 metros.

4. Tipos de alumbrados de emergencia:

- Alumbrado de seguridad:

Es el alumbrado de emergencia previsto para garantizar la seguridad de las personas que evacuen una zona o que tienen que terminar un trabajo potencialmente peligroso antes de abandonar la zona.



Estará previsto para entrar en funcionamiento automáticamente cuando se produce el fallo del alumbrado general o cuando la tensión de este baje a menos del 70% de su valor nominal

La instalación de este alumbrado será fija y estará provista de fuentes propias de energía. Sólo se podrá utilizar el suministro exterior para proceder a su carga, cuando la fuente propia de energía esté constituida por baterías de acumuladores o aparatos autónomos automáticos.

- Alumbrado de evacuación:

Previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación cuando los locales estén o puedan estar ocupados.

En rutas de evacuación, el alumbrado de evacuación debe proporcionar, a nivel del suelo y en el eje de los pasos principales, una iluminancia horizontal mínima de 1 lux.

En los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminación mínima será de 5 lux.

La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en el eje de los pasos principales será menor de 40.

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

- Alumbrado ambiente o anti-pánico:

Previsto para evitar todo riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiente adecuada que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación e identificar obstáculos.

Debe proporcionar una iluminancia horizontal mínima de 0,5 lux en todo el espacio considerado, desde el suelo hasta una altura de 1m.

La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio considerado será menor de 40.

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

- Alumbrado de zonas de alto riesgo:

Garantiza la seguridad de las personas ocupadas en actividades potencialmente peligrosas o que trabajan en un entorno peligroso. Permite la interrupción de los trabajos con seguridad para el operador y para los otros ocupantes del local.

Debe proporcionar una iluminancia mínima de 15 lux o el 10% de la iluminancia normal, tomando siempre el mayor de los valores.

La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio considerado será menor de 10.

Deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo el tiempo necesario para abandonar la actividad o zona de alto riesgo.



- Alumbrado de reemplazamiento:

Permite la continuidad de las actividades normales. Cuando este alumbrado proporcione una iluminancia inferior al alumbrado normal, se usará únicamente para terminar el trabajo con seguridad.

Si la instalación se realiza con aparatos o equipos autónomos automáticos, las características exigibles a dichos aparatos y equipos serán las establecidas en las normas UNE 20 062, UNE 20 392 y UNE-EN 60598-2-22.

Para este tipo de alumbrado deberá cumplirse que:

- Las líneas que alimentan directamente los circuitos individuales de las lámparas de los alumbrados especiales estarán protegidos por interruptores automáticos magnetotérmicos de 10 amperios de intensidad máxima, nuestro caso es de 6 amperios
- Una misma línea no podrá alimentar más de 12 puntos de luz de alumbrado especial, éstos deberán estar repartidos en al menos dos líneas.
- Las canalizaciones que alimenten los alumbrados especiales se instalarán a 5 centímetros como mínimo de otras canalizaciones eléctricas.

5. Recorrido de evacuación

En cada uno de los planos, cargado en el programa se representara el camino de emergencia, teniendo en cuenta la posición del mobiliario y la localización de la puerta de salida.



1.4.7.2. SOLUCION ADOPTADA.

Además del alumbrado ambiente o anti-pánico, se instalará alumbrado de evacuación o señalización en cada ruta de evacuación hacia el exterior del edificio, empleando ambos tipos de alumbrado de emergencia de forma combinada en los casos en que sea posible.

La instalación de los equipos instalados en pared se realizará a una altura de 2,50 metros sobre el suelo en todos los locales, en los recintos de mayor altura de la nave se ubicaran a 12 metros. La distribución de los aparatos se representa en el plano N° 3 del presente proyecto.

Los aparatos de alumbrado de emergencia empleados son de la casa Daisalux,

- Luminaria autónoma de alumbrado de emergencia Daisalux Hydra N2, montaje empotrado, funcionamiento no permanente, flujo luminoso de 95lm, autonomía 1h, 1 lámpara fluorescente 8W, con piloto led testigo de carga, IP42. Cuerpo rectangular con aristas pronunciadas que consta de una carcasa fabricada en policarbonato y difusor opal en idéntico material. Dimensiones 320x111mm y 65,5mm de fondo. Instalada empotrada en pared.
- Luminaria autónoma de alumbrado de emergencia Daisalux Hydra N3, montaje empotrado, funcionamiento no permanente, flujo luminoso de 160lm, autonomía 1h, 1 lámpara fluorescente 8W, con piloto led testigo de carga, IP42. Cuerpo rectangular con aristas pronunciadas que consta de una carcasa fabricada en policarbonato y difusor opal en idéntico material. Dimensiones 320x111mm y 65,5mm de fondo. Instalada empotrada en pared.
- Luminaria autónoma de alumbrado de emergencia Daisalux Hydra N5, montaje empotrado, funcionamiento no permanente, flujo luminoso de 215lm, autonomía 1h, 1 lámpara fluorescente 8W, con piloto led testigo de carga, IP42. Cuerpo rectangular con aristas pronunciadas que consta de una carcasa fabricada en policarbonato y difusor opal en idéntico material. Dimensiones 320x111mm y 65,5mm de fondo. Instalada empotrada en pared.
- Luminaria autónoma de alumbrado de emergencia Daisalux Nova N2, montaje adosado, funcionamiento no permanente, flujo luminoso de 95lm, autonomía 1h, 1 lámpara fluorescente 8W, con piloto led testigo de carga, IP44. Cuerpo rectangular con aristas redondeadas que consta de una carcasa fabricada en policarbonato y difusor en idéntico material. Dimensiones 330x95mm y 67mm de fondo. Instalada adosada a pared.



- Luminaria autónoma de alumbrado de emergencia Daisalux Nova N3, montaje adosado, funcionamiento no permanente, flujo luminoso de 150lm, autonomía 1h, 1 lámpara fluorescente 8W, con piloto led testigo de carga, IP44. Cuerpo rectangular con aristas redondeadas que consta de una carcasa fabricada en policarbonato y difusor en idéntico material. Dimensiones 330x95mm y 67mm de fondo. Instalada adosada a pared.
- Luminaria autónoma de alumbrado de emergencia Daisalux Nova N5, montaje adosado, funcionamiento no permanente, flujo luminoso de 215lm, autonomía 1h, 1 lámpara fluorescente 8W, con piloto led testigo de carga, IP44. Cuerpo rectangular con aristas redondeadas que consta de una carcasa fabricada en policarbonato y difusor en idéntico material. Dimensiones 330x95mm y 67mm de fondo. Instalada adosada a pared.
- Luminaria autónoma de alumbrado de emergencia Daisalux Nova N6, montaje adosado, funcionamiento no permanente, flujo luminoso de 320lm, autonomía 1h, 1 lámpara fluorescente 8W, con piloto led testigo de carga, IP44. Cuerpo rectangular con aristas redondeadas que consta de una carcasa fabricada en policarbonato y difusor en idéntico material. Dimensiones 330x95mm y 67mm de fondo. Instalada adosada a pared, incluso conexionado.
- Proyector autónomo de alumbrado de emergencia Daisalux Zenit ZG2-2N26, montaje adosado, funcionamiento no permanente, flujo luminoso de 1175lm, autonomía 2h, 2 lámparas fluorescentes 11W, con piloto led testigo de carga, IP42. Bloque decorativo que consta de una caja grande fabricada en PC-ASA, en cuya parte superior se encuentran dos focos rectangulares direccionables con lámparas PL, unidos a la carcasa mediante rótulas cromadas. Dimensiones 307x307mm y 137mm de alto. Instalado adosado a techo.

Por locales o dependencias, los modelos y series utilizados son los siguientes:

- En la oficina de producción, calidad, logística, administración e ingeniería se colocará un aparato modelo Hydra 3 de 160 lm y 8 vatios a 2,50 metros de altura en el punto medio y opuesto a la entrada y otro aparato Hydra 5 de 215 lm y 8 vatios sobre la puerta de acceso al mismo. (IP-42)
- En la sala de reuniones, se colocará dos aparatos modelo Hydra 5 de 215 lm y 8 vatios a 2,50 metros de altura en el punto medio y opuesto a la entrada y otro aparato sobre la puerta de acceso al mismo. (IP-42)
- La recepción contará con un aparato modelo Hydra 3 de 160 lm y 8 vatios a 2,50 metros de altura en el punto medio y opuesto a la entrada y otro aparato Hydra 5 de 215 lm y 8 vatios sobre la puerta de acceso al mismo. (IP-42)
- Los aseos se colocará un aparato a 2,50 metros de altura y sobre la puerta de acceso a los mismos. El modelo a emplear será Nova 2, de señalización permanente y emergencia, de 95 lúmenes y 8 vatios (IP-42).
- En el pasillo de oficinas se colocaran 4 aparatos Hydra 3 de 160 lm y 8 vatios a 2,50 metros de altura y dos aparatos Hydra 5 de 215 lm y 8 vatios. (IP-42)



- La oficina de matricería, cantina, centro de transformación y grupo electrógeno contarán con dos aparatos Hydra 3 de 160 lm y 8 vatios a 2,50 metros de altura en el punto medio y opuesto a la entrada y otro sobre la puerta de acceso al mismo (IP-42)
- La sala de compresores se colocarán tres aparatos modelo Hydra 3 de 160 lm y 8 vatios a 2,50 metros de altura en el punto medio dos de ellos y opuesto a la entrada y otro aparato sobre la puerta de acceso al mismo. (IP-42)
- En los vestuarios, se colocará un aparato a 2,50 metros de altura y sobre la puerta de acceso al local y otros dos a la misma altura y a una distancia tal que cada aparato ilumine la parte proporcional de la superficie del local que le corresponda. Los aparatos serán combinados modelo Nova 2 de 95 lúmenes y 8 vatios, Nova 3 de 150 lúmenes y 8 vatios, Nova 5 de 215 lúmenes y 8 vatios (IP-42).
- En todas las puertas de emergencia de la zona de soldadura y estampación se colocaran Nova 3 150 lúmenes y 8 vatios a 2,50 metros sobre la puerta de emergencia (IP-42)
- En la zona de estampación y soldadura se colocaran a 2,5 metros de altura en la pared aparatos Hydra 3 de 160 lm y 8 vatios y para completar la iluminación correspondiente a cada superficie se instalaran 22 proyectores ZENIT PL ZG2-2N26 de 1175 lúmenes y 22 vatios a una altura de 12 metros (IP-42)

La distribución definitiva de los aparatos de alumbrado de emergencia queda reflejada en el plano N° 3 del presente proyecto.



1.4.8. ALUMBRADO EXTERIOR



1.4.8.1. MÉTODO DE CÁLCULO

El método que utilizaremos para la elaboración de nuestro proyecto de iluminación exterior es por el Dialux basado en el método de los lúmenes. Este método se basa en el desarrollo de 5 puntos fundamentales:

- Determinación del nivel de iluminación requerido
- Altura del colocación
- Factor de mantenimiento o conservación
- Determinación del tipo de lámpara necesario
- Distribución del número definitivo de aparatos de alumbrado

En la siguiente tabla se indican valores orientativos del nivel de iluminación medio necesario en distintas vías y recintos.

TIPO	ILUMINANCIA, E (lux)
Aparcamientos	20
Vías urbanas y provinciales	25 – 28
Vías urbanas de tráfico rápido	30
Autopistas, autovías y carreteras principales	35
Recintos deportivos	100 - 1000

La altura recomendada a la que debe colocarse el punto de luz es función del flujo de la lámpara, según la siguiente tabla:

ALTURA DEL PUNTO DE LUZ (m)	FLUJO DE LA LÁMPARA (lm)
< 7,5	< 15000
7,5 – 9	15000 – 20000
9 – 12	20000 – 40000
> 12	> 40000



La altura de la luminaria está también en relación directa con la anchura de la vía o ancho de la superficie a iluminar y la disposición de los focos, de forma que:

TIPO DE COLOCACIÓN	RELACIÓN ALTURA / ANCHO
Unilateral	0,85 – 1
Tresbolillo	0,5 – 0,85
Pareada	0,33 – 0,5

La separación entre aparatos de alumbrado se relaciona con la altura de colocación de los mismos y es función de la iluminación media requerida sobre la superficie a iluminar, como se observa en la siguiente tabla:

ILUMINACIÓN MEDIA, E (lux)	RELACIÓN SEPARACIÓN / ALTURA
$2 \leq E < 7$	5 – 4
$7 \leq E < 15$	4 – 3,5
$15 \leq E < 30$	3,5 – 2

El factor de mantenimiento lo suministra el fabricante, según el envejecimiento de la lámpara y la cantidad de suciedad que se va acumulando en la luminaria. Como valor orientativo, y para luminaria hermética con lámparas de vapor de mercurio o de vapor de sodio, se puede emplear un factor de mantenimiento de 0,75.

Con estos requisitos como punto de partida, se realizara la comprobación del alumbrado exterior con el programa Dialux.

1.4.8.2. SOLUCIÓN ADOPTADA

Se instalarán aparatos de alumbrado fijados a brazo en la fachada de la nave, a lo largo de todo el perímetro de la misma como se indica en la tabla de coordenadas y a una altura de 2,5 y 10 metros sobre el suelo dependiendo de la iluminaria.

El numero y tipo de aparatos será:

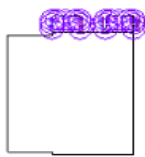
▫ 19 Proyectores estanco Philips Tempo 3 RVP351, reflector simétrico de aluminio anodizado, IP65, montaje adosado, a una altura de 10 metros, para 1 lámpara de descarga de alta intensidad HPI de 400W y equipo convencional. Dimensiones 464x410mm y 146mm de altura. Instalado adosado a pared. Todos los elementos de fijación exteriores son de acero inoxidable.

19 Lámparas de halogenuros metálicos Philips Master HPI Plus de 400W, casquillo E40, forma ED-37, código de color 645, 4500K y flujo luminoso 32500lm.

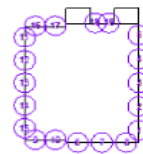
▫ 18 Apliques exteriores estancos Philips SGS113, IP65, montaje adosado, a una altura de 2,5 metros para 1 lámpara de vapor de sodio de alta presión SDW-T50W y equipo electromagnético. Dimensiones 260x324mm y 194mm de altura. Instalado adosado a pared.

18 Lámparas de vapor de sodio a alta presión Philips Master SDW-T de 50W, casquillo PG12-1, forma T31 (31mm), código de color 825, 2500K y flujo luminoso 2300lm.

Philips SGS113 1xSDW-T50W
1633 lm, 65.0 W, 1 x 1 x SDW-T50W/825 (Factor de corrección 1.000).



Philips RVP351 1xHPI-TP400W S
24500 lm, 428.0 W, 1 x 1 x HPI-TP400W/643 (Factor de corrección 1.000).

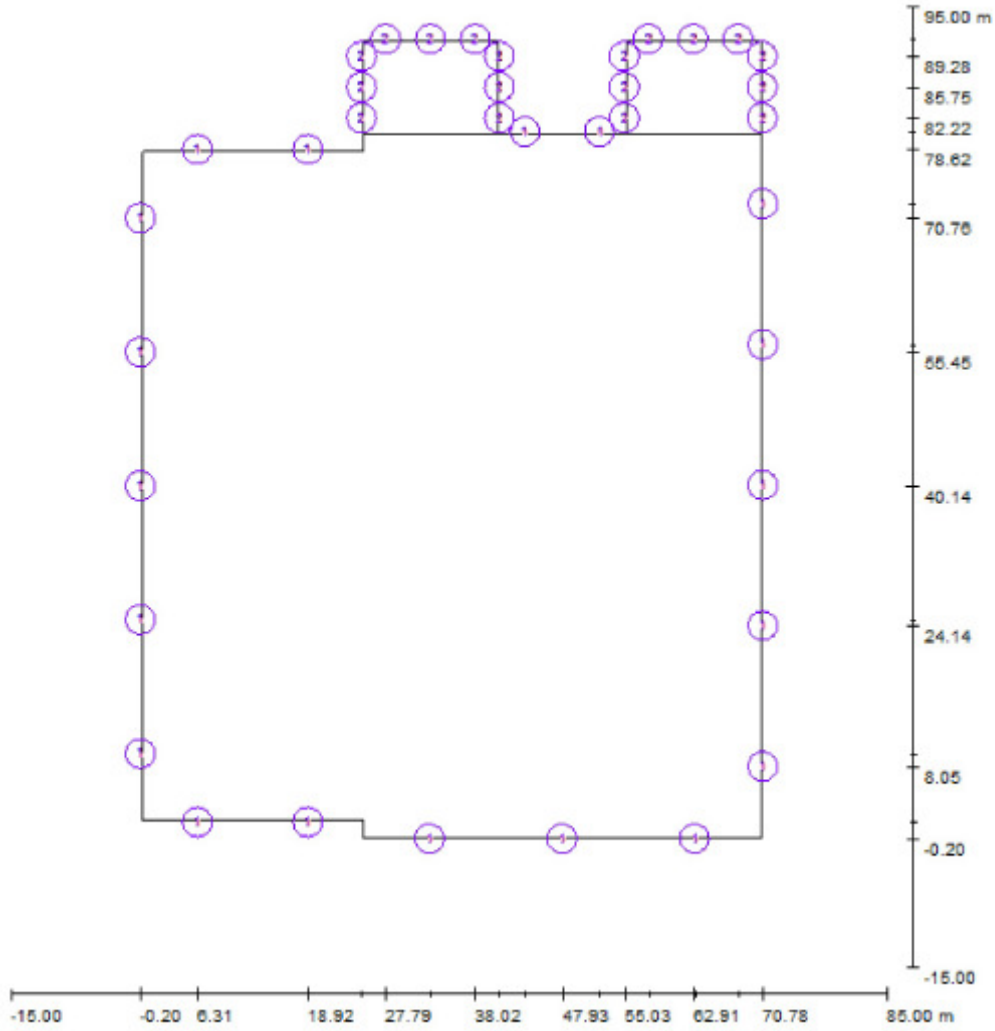


N°	Posición [m]		
	X	Y	Z
1	25.032	89.283	2.500
2	25.032	85.753	2.500
3	25.032	82.223	2.500
4	27.790	91.248	2.500
5	32.906	91.248	2.500
6	38.022	91.248	2.500
7	40.780	89.283	2.500
8	40.780	85.753	2.500
9	40.780	82.223	2.500
10	55.032	89.283	2.500
11	55.032	85.753	2.500
12	55.032	82.223	2.500
13	57.790	91.248	2.500
14	62.906	91.248	2.500
15	68.022	91.248	2.500
16	70.780	89.283	2.500
17	70.780	85.753	2.500
18	70.780	82.223	2.500

N°	Posición [m]		
	X	Y	Z
1	70.830	8.046	10.000
2	70.830	24.137	10.000
3	70.830	40.229	10.000
4	70.830	56.321	10.000
5	70.830	72.412	10.000
6	32.798	-0.200	10.000
7	47.931	-0.200	10.000
8	63.064	-0.200	10.000
9	6.308	1.668	10.000
10	18.924	1.668	10.000
11	-0.200	70.763	10.000
12	-0.200	55.453	10.000
13	-0.200	40.143	10.000
14	-0.200	24.833	10.000
15	-0.200	9.523	10.000
16	6.308	78.618	10.000
17	18.924	78.618	10.000
18	43.699	80.658	10.000
19	52.213	80.658	10.000



Escena exterior / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 744



1.5. CONDUCTORES Y DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN



1.5.1. INTRODUCCIÓN

Las líneas interiores o de distribución en baja tensión son las líneas encargadas de alimentar a los puntos de utilización de medio y bajo consumo, a tensiones inferiores a 1 kV, normalmente a cuatro hilos y tensión de 400/230 V.

Las instalaciones de enlace se definen como el conjunto de instalaciones que van desde la red de distribución de la empresa eléctrica hasta el inicio de las instalaciones interiores. Se realizará la conducción eléctrica desde el centro de transformación hasta los distintos receptores que componen la instalación.

Los conductores serán calculados de forma que tengan la resistencia mecánica suficiente para las conducciones de la línea sin sufrir calentamientos excesivos, y que cumplan una caída de tensión en el propio conductor dentro de los límites establecidos en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

1.5.2. FACTORES A TENER EN CUENTA EN EL CÁLCULO DE LOS CABLES

En el cálculo de las líneas de distribución se tendrán en cuenta dos aspectos básicos como son el calentamiento que se produce en los conductores, y la caída de tensión en los mismos.

- Calentamiento de los conductores:

Si por un conductor de resistencia 'R' ohmios, circula una intensidad de 'I' amperios, se eleva la temperatura del material hasta que el calor transmitido por la corriente al conductor se iguala al calor cedido por el conductor al ambiente en el mismo tiempo. Según la ley de Joule, la cantidad de calor recibida en calorías en un segundo es:

$$Q = 0,24 * I^2 * R$$

Partiendo de esta fórmula y teniendo en cuenta que las calorías cedidas dependen de la temperatura del conductor respecto del ambiente que la rodea, se demuestra que el aumento de temperatura es directamente proporcional al cuadrado de la intensidad.

$$\Delta T = \left(\frac{I}{I_N} \right)^2 * \Delta T_N$$

Siendo:

- ΔT incremento admisible de la temperatura.
- ΔT_N incremento de la temperatura en condiciones normales.
- I_N intensidad nominal en condiciones normales.
- I intensidad admisible del conductor.



El calor que adquiere un conductor, lo va evacuando a través del medio que le rodea (aislamiento, tubo, pared, aire, etc.), produciéndose un equilibrio entre el calor que recibe por el paso de la corriente y el que desprende hacia el exterior.

Si la intensidad crece, el calor producido por el paso de la corriente crece también. Al cabo de un periodo transitorio, el calor cedido al exterior será igual al producido por el paso de intensidad, por lo tanto este calor cedido al exterior aumenta también, produciéndose un aumento del incremento de la temperatura, pero como la temperatura del exterior es prácticamente constante, el aumento del incremento de la temperatura es debido al aumento de la temperatura del conductor.

Si la intensidad es elevada, la temperatura del conductor también será elevada, aumentando el riesgo de deterioro de los aislantes ya que éstos están diseñados para soportar una temperatura máxima.

Por lo tanto, para cada sección de los conductores existe un límite de carga en amperios que no debe sobrepasarse, que se corresponde con la temperatura máxima admisible que puede soportar esa sección del conductor sin que se produzcan defectos en el aislamiento y en consecuencia cortocircuitos.

Las corrientes eléctricas admisibles en los conductores se regularán en función de las condiciones técnicas de las redes de distribución y de los sistemas de protección empleados en las mismas, y vienen tabuladas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Se debe tener en cuenta también otros factores, como son el tipo de montaje (al aire, en bandejas o bajo tubo), el material de aislamiento y el tipo de conductor escogido (unipolares, bipolares...). Además se dan factores de corrección para aplicar a los datos obtenidos en las tablas, en función de la máxima temperatura ambiente y del número de conductores que estén alojados en un mismo tubo o conducto. Así, mediante las tablas correspondientes y los factores de corrección aplicables, pueden dimensionarse los conductores en función del esfuerzo térmico al que van a estar sometidos.

▫ Caída de tensión en los conductores:

La instrucción ITC-BT-19 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, establece que para instalaciones industriales que se alimenten directamente en alta tensión mediante un transformador de distribución propio, se considerará que la instalación interior de baja tensión tiene su origen en la salida del transformador. En este caso las caídas de tensión máximas admisibles serán del 4,5% para alumbrado y del 6,5% para los demás usos.



1.5.3. PRESCRIPCIONES GENERALES

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre o aluminio y serán siempre aislados, excepto cuando vayan montados sobre aisladores.

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

Los conductores de la instalación serán fácilmente identificables, especialmente en lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. La identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Al conductor neutro se le asignará color azul claro y al conductor de protección se le identificará por los colores verde y amarillo. Los conductores de fase se identificarán por los colores marrón o negro, y en casos en los que sea necesario identificar las tres fases diferentes, se utilizará también el color gris.

La instalación se dividirá en varios circuitos, según las necesidades, con el fin de evitar las interrupciones de todo el circuito y limitar las consecuencias de un fallo, y facilitar las verificaciones y mantenimientos.

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de la instalación, se procurará que la misma quede repartida lo más equitativamente posible entre las fases.

▫ **Conductores activos.**

Son los destinados a la transmisión de la energía eléctrica. Esta consideración se aplica a los conductores de fase y al conductor neutro en corriente alterna, que serán de cobre o aluminio y estarán siempre aislados.

La sección de los conductores activos será tal que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización sea menor del especificado anteriormente. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente.

Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente para conductores aislados en canalizaciones al aire, y a una temperatura ambiente de 40° C, se recogen en una tabla de la instrucción ITC-BT-19 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.



▫ Conductores de protección

Los conductores de protección tendrán una sección mínima, en función de la sección de los conductores de fase de la instalación:

Secciones de los conductores de fase (mm ²)	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm ²)
S ≤ 16	S (*)
16 < S ≤ 35	16
S > 35	S/2

(*) Con un mínimo de:

2,5 mm² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica.

4 mm² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica.

1.5.4 SISTEMAS DE INSTALACIÓN

Las canalizaciones o instalaciones eléctricas de baja tensión pueden realizarse de distintas maneras, utilizando conductores aislados bajo tubos protectores, fijados directamente sobre las paredes, enterrados, empotrados en estructuras, aéreos, en el interior de huecos de la construcción, bajo canales protectoras, bajo molduras, en bandeja o en canalizaciones prefabricadas. Siendo el sistema más extendido es el empleo de conductores aislados en bandejas.

El trazado de las canalizaciones será a través de lugares de uso común, utilizando el menor recorrido posible desde la centralización a cada uno de los suministros. El paso a través de elementos de la construcción como muros, tabiques y techos, se realizará sin empalmes ni derivaciones en toda la longitud del paso y las canalizaciones estarán protegidas contra deterioros mecánicos.

En cuanto a los tubos, y según lo dispuesto en la norma UNE-EN 50.086, se clasifican en sistemas de tubos rígidos, curvables, flexibles y enterrados; admitiéndose diversos materiales en su constitución.

Los tubos deberán soportar, sin deformación alguna, una temperatura mínima de 60° C para los tubos aislantes constituidos por PVC, y de 70° C para los tubos metálicos aislantes.

Tanto el diámetro de los tubos como el número de conductores que deben pasar por cada uno están especificados en la instrucción ITC-BT 21 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.



Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las consideraciones siguientes, según dicha instrucción:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama.
- En ningún caso se permitirá la unión de conductores como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo regletas de conexión.
- Durante la instalación de los conductores, para que su aislamiento no pueda ser dañado por su roce con los bordes libres de los tubos, los extremos de éstos, estarán provistos de boquillas con bordes redondeados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta las posibilidades de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar asegurada.



- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.
- A fin de evitar los efectos del calor emitidos por fuentes externas, las canalizaciones se protegerán alejándolas suficientemente de las mismas, utilizando pantalla de protección calorífuga o modificando el material aislante.

Cuando los tubos se coloquen en montaje superficial se tendrá en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0.50 metros.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las derivaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2%.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.
- En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio, deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo separados entre sí 5 centímetros aproximadamente, y empalmándose posteriormente mediante manguitos deslizantes que tengan una longitud mínima de 20 centímetros.

Solamente está permitido el uso de montajes al aire para la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida desde canalizaciones prefabricadas y cajas de derivación fijadas al techo, teniéndose en cuenta que la longitud total de la conducción en el aire no será superior a 4 metros y no empezará a una altura inferior a 2 metros.



1.5.5 RECEPTORES

Los aparatos receptores satisfarán los requisitos concernientes a una correcta instalación, utilización y seguridad. Durante su funcionamiento no deberán producir perturbaciones en las redes de distribución pública ni en las comunicaciones.

Los receptores se instalarán de acuerdo con su destino (clase de local, emplazamiento, utilización, etc.), con los esfuerzos mecánicos previsibles y en las condiciones de ventilación necesarias para que ninguna temperatura peligrosa, tanto para la propia instalación como para objetos próximos, pueda producirse en funcionamiento.

Todo receptor será accionado por un dispositivo que puede ir incorporado al mismo o a la instalación alimentadora, permitiéndose, cuando las prescripciones particulares no señalen lo contrario, que el accionamiento afecte a un conjunto de receptores.

Los receptores podrán conectarse a las canalizaciones directamente o por intermedio de un conductor movable. Cuando esta conexión se efectúe directamente a una canalización fija, los receptores se situarán de manera que se pueda verificar su funcionamiento y controlar su conexión.

▫ Receptores para alumbrado.

Las partes metálicas accesibles de los receptores de alumbrado que no sean de Clase II o Clase III, deberán conectarse de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

Los circuitos de alimentación de lámparas o tubos de descarga estarán provistos para transportar la carga debida a los propios receptores y a sus elementos asociados. La carga mínima prevista en voltiamperios será de 1.8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.

Dado que la fábrica se considera local húmedo, según la instrucción ITC-BT-30 los receptores de alumbrado estarán protegidos contra la caída vertical de gotas de agua, IPX1 y no serán de clase 0. Además, los aparatos portátiles serán de la Clase II, según la Instrucción ITC-BT-43.

▫ Receptores a motor.

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125% de la intensidad a plena carga del motor (ITC-BT-47).



Así mismo, los conductores de conexión que alimenten a varios motores deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125% de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás (ITC-BT-47).

Los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones.

En general, los motores de potencia superior a 0,75 kilovatios deben estar provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el período de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, sea superior a la señalada en la siguiente tabla.

MOTORES DE CORRIENTE CONTÍNUA		MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA	
Potencia nominal del motor	Constante máxima de proporcionalidad entre intensidad de arranque y de plena carga	Potencia nominal del motor	Constante máxima de proporcionalidad entre intensidad de arranque y de plena carga
de 0,75 kW a 1,5 kW	2,5	de 0,75 kW a 1,5 kW	4,5
de 1,5 kW a 5,0 kW	2,0	de 1,5 kW a 5,0 kW	3,0
más de 5,0 kW	1,5	de 5,0 kW a 15 kW	2,0
		más de 15 kW	1,5



1.5.6. PROCESO PARA EL CÁLCULO DE SECCIONES

A continuación se exponen las pautas a seguir en el dimensionado de los conductores, siguiendo para ello las indicaciones y condiciones dispuestas por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

1. Identificación de las características de cada línea, como potencia de transporte, tipo de receptores, longitud, alimentación monofásica o trifásica y temperatura ambiente previsible.
2. Cálculo de las intensidades que circulan por cada tramo. Para suministro monofásico se tiene que

$$I = \frac{P}{V \cos \varphi},$$

mientras que para suministro trifásico

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}V \cos \varphi},$$

donde

- I es la intensidad que circula por el conductor o conductores activos.
- P es la potencia a suministrar por la línea.
- V es la tensión de servicio.

$\cos \varphi$ es el factor de potencia del receptor.

3. Se determina la sección de los conductores por criterio térmico. La elección de los mismos se hará en base aspectos el material conductor, el aislamiento o el tipo de instalación, mediante las tablas del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

4. Se calculan las caídas de tensión en los distintos tramos teniendo en cuenta las condiciones más desfavorables de longitud e intensidad que puedan darse. Para una línea monofásica

$$\Delta V = \frac{2 * L * I * \cos \varphi}{c * S},$$

mientras que para una línea trifásica

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} * L * I_L * \cos \varphi}{c * S},$$



donde,

ΔV es la caída de tensión en la línea en voltios.

L es la longitud de la línea en metros.

I es la intensidad eficaz en amperios.

I_L es la intensidad de línea en amperios.

$\cos \varphi$ es el factor de potencia del receptor.

S es la sección del conductor en milímetros cuadrados.

c es la conductividad del conductor (para el cobre $c = 56 \frac{m}{\Omega mm^2}$, y

para el aluminio $c = 35 \frac{m}{\Omega mm^2}$)

5. Si la caída de tensión en el tramo es mayor que la máxima establecida, se tomará un conductor de sección superior, y se volverán a repetir los cálculos, hasta que la caída de tensión esté dentro de los márgenes fijados.

La caída de tensión máxima permitida depende de donde se encuentre la línea y de la función a la que ha sido encomendada. Así, para la línea general de alimentación, que es la línea que une el transformador con el cuadro general de distribución, el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión establece una caída de tensión máxima del 0.5 % de la tensión nominal; mientras que para el alumbrado se acepta 4,5 % de caída de tensión y un 6,5% para los demás usos.

Los cálculos realizados para el dimensionado de los conductores de las distintas líneas de distribución que componen la instalación se recogen en el apartado 2.2 del documento Cálculos del presente proyecto.

1.5.7. NORMAS PARA LA ELECCIÓN DEL CABLE

La elección de los conductores se hará en base a varios aspectos. El primer factor a tener en cuenta es el tipo de conductores a utilizar. Se determina el material, tipo de aislamiento y configuración del mismo.

Dependiendo el tipo de instalación, enterrada, al aire, bajo tubo, etc., se consultarán las tablas correspondientes de intensidad máxima admisible de los conductores en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y se obtendrán y aplicarán los coeficientes de corrección resultantes debidos a la temperatura del ambiente que rodea al conductor.

Con todos estos datos, se buscará en la tabla correspondiente, la sección del conductor que admita la corriente calculada en el apartado anterior, tomando la sección por exceso, es decir, se escogerá la sección que corresponda a la intensidad inmediatamente superior a la que se ha calculado, teniendo en cuenta los posibles coeficientes a aplicar.



1.5.8. NORMAS PARA LA ELECCIÓN DEL TUBO

Para la elección del tubo protector de los conductores de distribución de energía habrá de atenerse a lo dispuesto en la instrucción ITC-BT 21 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Los diámetros de los tubos se eligen de acuerdo a las tablas que aparecen en dicha instrucción. En estas tablas viene expresado el diámetro interior mínimo en función del número, clase y sección de los conductores que llevará alojados, según el sistema de instalación y la clase de los tubos.

Para más de cinco conductores por tubo o para conductores de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, la sección inferior de este, ha de ser como mínimo, igual a 2,5 veces la sección total ocupada por los conductores.

Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados estos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes y que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros.

1.5.9. DESCRIPCIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN

La instalación estará alimentada en baja tensión a 400 voltios y 50 hertzios por el transformador situado en la parte lateral de la fábrica, justo al lado de la nave destinada a la estampación. Del centro de transformación saldrá la línea general de alimentación hasta el cuadro general de distribución, que estará situado en el interior de la nave a una distancia de 15 metros del centro de transformación.

Esta línea irá enterrada en zanja de 1 metro de anchura y 0,7 metros de profundidad. Los conductores irán directamente enterrados bajo tubo cuyo diámetro será el que dispone la tabla 9 de la instrucción ITC-BT 21 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y una tensión asignada de 0,6/1 kV

Se instalará una arqueta de registro en el tramo final de la línea, cerca del cuadro general de distribución, para facilitar el tendido de los cables y futuro mantenimiento.

Del cuadro general de distribución saldrán las líneas que alimentan a los distintos cuadros auxiliares. En la tabla siguiente se recogen las características de los cuadros auxiliares, tales como la distancia hasta el cuadro general de distribución, receptores a los que alimentan, potencia o corriente máxima:



CUADRO AUXILIAR	POTENCIA (KW)	DISTANCIA AL C.G.P (m)	RECEPTORES	CORRIENTE MÁXIMA (A)
CUADRO 1	507902	47	Alumbrado de prensas, alumbrado de emergencia, alumbrado exterior, puente grúa y la puerta rápida las prensas y dos cuadros auxiliares de tomas de corriente	644,84
CUADRO 2	1288932	66	Alumbrado de soldadura, el alumbrado de emergencia, las células de soldadura, sistema de extracción, el wáter system y dos cuadros auxiliares de tomas de corriente	1377,09
CUADRO 3	75928	81	Alumbrado compresores, alumbrado de emergencia, compresores y una toma monofásica	90,86
CUADRO 4	70633	122	Rectificadora, torno, fresadora, alumbrado de oficinas de matricería, alumbrado de emergencia y un cuadro auxiliar de tomas de corriente	133,40
CUADRO 5	17482	60	Alumbrado de las oficinas operativas y alumbrado de emergencia, 15 tomas monofásicas	84,95
CUADRO 6	16618	27	Alumbrado de los vestuarios, emergencia, cantina y cuarto limpieza y 11 tomas monofásicas	77,30
BAT. COND.	480000	8	Batería de condensadores.	134,32

La disposición de los cuadros y trazados de las canalizaciones de la instalación de la nave industrial se representa en los planos N° 4 del presente proyecto.

Los cálculos realizados para la obtención de los valores de potencia y corrientes de cada cuadro auxiliar se recogen en el apartado 2.2.2.5 del documento Cálculos del presente proyecto.

Las líneas que salen del cuadro general de distribución hasta los cuadros auxiliares estarán compuestas por conductores aislados en bandeja. Debido a que las bandejas no efectúan una función de protección, es recomendable la instalación de cables de tensión asignada 0,6/1 kV.



El tramo comprendido entre la salida del cuadro general de distribución hasta la bandeja, se realiza de forma vertical y los conductores irán fijados a la pared y debidamente protegidos. Ídem cuando las líneas entran en los cuadros auxiliares.

Las bandejas estarán adosadas de manera fija a las paredes mediante sus propios medios de fijación. En las canalizaciones de las líneas que salen del cuadro general de distribución hasta los cuadros auxiliares, las bandejas se colocarán a una altura de 10 metros sobre el suelo.

De cada cuadro auxiliar saldrán las respectivas líneas que alimentan a cada receptor o grupo de receptores. La canalización de las líneas que alimentan la maquinaria de la nave se realizará mediante conductores aislados en bandeja a una altura de 10 metros sobre el suelo hasta el punto más próximo al receptor, a partir de ahí los conductores bajarán verticalmente y partirán hasta el receptor en bandejas

La canalización de los conductores de alumbrado se realizará mediante conductores aislados bajo tubos directamente adosados a la pared a una altura de 3 o 12 metros, variando esta de forma vertical hasta la altura del receptor cuando sea necesario.

El alumbrado de emergencia estará alimentado mediante conductores especiales resistentes al fuego bajo tubos directamente a la pared a 3 metros de altura.

Las canalizaciones en el bloque de oficinas se realizarán mediante conductores aislados bajo tubos empotrados en las paredes y falso techo.

Las líneas que salen de cada cuadro lo harán de forma vertical hasta llegar a la altura de las bandejas, fijadas a la pared y debidamente protegidas, mediante canalización vertical.

Los cálculos realizados para el dimensionado de conductores y canalizaciones se exponen en el apartado 2.2.2. del documento Cálculos del presente proyecto.



1.5.10. SOLUCIONES ADOPTADAS

Los conductores empleados en el presente proyecto serán de cobre, con designación:

- Conductor de cobre Prysmian Pirepol Flexible H07V-K 450/750V. Conductor de cobre electrolítico recocido, flexible (clase 5 según UNE 21022), no propagador de la llama y reducida emisión de halógenos. Aislamiento en mezcla de policloruro de vinilo. Instalado en tubo.

- Conductor de cobre Prysmian Retenax Flex Iris Tech RV-K 0,6/1kV. Conductor de cobre electrolítico recocido, flexible (clase 5 según UNE 21022), no propagador de la llama y reducida emisión de halógenos. Aislamiento en mezcla de polietileno reticulado XLPE y cubierta en mezcla de policloruro de vinilo. Instalado en bandeja, fijado mediante bridas cada 1,5m.

Tendrán una sección suficiente para que la suma de las caídas de tensión de cada tramo desde el origen de la instalación no exceda del 4,5 % para el alumbrado y del 6,5 % para fuerza, siendo las intensidades admisibles por los conductores, en todos los casos, siempre superiores a las máximas previsibles para cada circuito de la instalación o receptor.

Las secciones adoptadas para cada tramo de línea se exponen y justifican en el apartado 2.2.2 del documento Cálculos del presente proyecto, tanto por lo que se refiere a intensidades máximas admisibles como a caídas de tensión.

La canalización por donde se llevarán los conductores la dividiremos en las siguientes partes:

- Línea general de alimentación.

La línea general partirá desde el centro de transformación hasta el cuadro general de distribución en el interior de la nave. Irá enterrada bajo tubo a una profundidad de 0,7 metros. Se llevarán 3 fases y neutro, constituida cada una de las fases por 6 conductores por fase de 240mm², por lo que la corriente que lleve cada conductor será un sexto de la total. La sección total por fase será de 1440mm² alojado en tubo de 225 milímetros de diámetro interno.

- Canalización general.

La canalización general de la nave se realizará a través de bandeja de rejilla de acero galvanizado fijada a la pared a una altura de 10 metros, se llevará canalizado desde el cuadro general de distribución a los diferentes cuadros auxiliares de la nave.



- Derivaciones.

Se diferenciarán cuatro tipos de receptores: alumbrado, maquinaria, tomas de corriente y receptores.

La derivación a las diferentes líneas de receptores de alumbrado de la nave se realizará a través de conductores aislados en el interior de tubos directamente fijados a las superficies de paredes y techos.

La derivación a cada receptor perteneciente al área de soldadura como de estampación, se realizará mediante canalización en bandeja de rejilla de acero galvanizado desde la blindobarra hasta el receptor.

Las canalizaciones en el interior del bloque de oficinas se realizarán mediante tubos de PVC corrugados empotrados en la pared y en el falso techo.

A continuación se exponen en tablas de forma resumida las soluciones adoptadas para cada tramo de línea. Se indica el cable a emplear con la sección del conductor de fase, del conductor neutro y del conductor de tierra, la corriente admisible, la caída de tensión total hasta ese punto de la instalación y el tipo de canalización a instalar (ITC-BT-19).



LÍNEA	CABLE	L (m)	S (mm ²)	I _{adm} (A)	ΔV Total (%)	CANALIZACIÓN
LÍNEA GENERAL	H07V-K	15	4x(6x240)	3300	0.33	Enterrada en zanja de 1 m de ancho y a 0,7m de profundidad, bajo 4 tubos de PVC de 225mm de diámetro interno
CUADRO 1	RV-K	47	4x(2x240)+240	980	0.89	Bandeja de rejilla de acero galvanizado en caliente de 400 mm de ancho y 105 de alto y a 10 m de altura.
CUADRO 2	RV-K	66	4x(5x240)+3x240	2450	1.13	Bandeja de rejilla de acero galvanizado en caliente de 400 mm de ancho y 105 de alto y a 10 m de altura.
CUADRO 3	RV-K	81	4x50+25	167	1.71	Bandeja de rejilla de acero galvanizado en caliente de 400 mm de ancho y 105 de alto y a 10 m de altura.
CUADRO 4	RV-K	122	4x50+25	167	2.26	Bandeja de rejilla de acero galvanizado en caliente de 400 mm de ancho y 105 de alto y a 10 m de altura.
CUADRO 5	RV-K	60	4x10+10	65	1.51	Bandeja de rejilla de acero galvanizado en caliente de 400 mm de ancho y 105 de alto y a 10 m de altura.
CUADRO 6	RV-K	27	4x6+6	46	1.57	Bandeja de rejilla de acero galvanizado en caliente de 400 mm de ancho y 105 de alto y a 10 m de altura.
BAT. COND	RV-K	8	3x(4x120)+240	1256	0.27	Bandeja de rejilla de acero galvanizado en caliente de 400 mm de ancho y 105 de alto y a 10 m de altura.

A continuación se describen todos los materiales y el tipo de cables y canalizaciones a emplear para las distintas líneas que componen cada cuadro auxiliar del presente proyecto, utilizando para estas últimas la instrucción ITC-BT-21 (Artículo 1.2.1, tabla 2) para tubos y canales protectoras.



Se tendrá en cuenta en todas las líneas la instrucción ITC-BT-30 para locales calificados como húmedos. Los conductores que discurran por el interior de tubos en superficie deberán disponer de un grado de resistencia a la corrosión 3.

Cuadro auxiliar 1:

LÍNEA	CABLE	L (m)	S (mm ²)	I _{adm} (A)	ΔV Total (%)	CANALIZACIÓN
Blindobarra 400A	RV-K	33	4x(2x120)+120	628	0,43	Bandeja de rejilla con alambre de acero galvanizado en caliente. Instalado adosado a pared de 70 x 105 a 10 m de altura.
Puente grúa	RV-K	105	4x25+16	110	1,64	93 m Bandeja de rejilla con alambre de acero galvanizado en caliente. Instalado adosado a pared de 30 x 200 a 10 m de altura. 12 m Bajada en bandeja de rejilla vertical 35 x 50mm
Puerta rápida	RV-K	25	4x2,5+2,5	26,5	0,12	13 m Bandeja de rejilla con alambre de acero galvanizado en caliente. Instalado adosado a pared de 30 x 200 a 10 m de altura. 12 m Bajada en bandeja de rejilla vertical 35 x 50mm
Cargador baterías	RV-K	66	4x16+16	87	1,38	Bandeja de rejilla con alambre de acero galvanizado en caliente. Instalado adosado a pared de 30 x 200 a 10 m de altura. 12 m Bajada en bandeja de rejilla vertical 35 x 50mm
Alumbrado Prensas 1	H07V-K	75	4x1,5+1,5	16,5	1,79	Tubo de PVC rígido de 16 mm ² fijado a la pared y al techo.
Alumbrado Prensas 2	H07V-K	69	4x1,5+1,5	16,5	1,64	Tubo de PVC rígido de 16 mm ² fijado a la pared y al techo.



LÍNEA	CABLE	L (m)	S (mm ²)	I _{adm} (A)	ΔV Total (%)	CANALIZACIÓN
A. E. Prensas 1	H07V-K	70	2x1,5+1,5	20	0,23	Tubo de PVC rígido de 16 mm ² fijado a la pared y al techo.
Alumbrado Prensas 3	H07V-K	69	4x1,5+1,5	16,5	1,64	Tubo de PVC rígido de 16 mm fijado a la pared y al techo.
Alumbrado Prensas 4	H07V-K	75	4x1,5+1,5	16,5	1,79	Tubo de PVC rígido de 16 mm fijado a la pared y al techo.
Alumbrado Prensas 5	H07V-K	81	4x1,5+1,5	16,5	1,93	Tubo de PVC rígido de 16 mm fijado a la pared y al techo.
A.E. Prensas 2	H07V-K	82	2x1,5+1,5	20	0,30	Tubo de PVC rígido de 16 mm fijado a la pared y al techo.
Alumbrado Prensas 6	H07V-K	87	4x1,5+1,5	16,5	2,07	Tubo de PVC rígido de 16 mm fijado a la pared y al techo.
Alumbrado Prensas 7	H07V-K	93	4x1,5+1,5	16,5	2,21	Tubo de PVC rígido de 16 mm fijado a la pared y al techo.
A. E. Prensas 3	H07V-K	94	2x1,5+1,5	20	0,38	Tubo de PVC rígido de 16 mm fijado a la pared y al techo.
Alumbrado exterior 1	H07V-K	55	2x1,5+1,5	20	2,23	Tubo de PVC rígido de 16 mm fijado a la pared y al techo.
Alumbrado exterior 2	H07V-K	140	4x2,5+2,5	23	2,25	Tubo de PVC rígido de 16 mm fijado a la pared y al techo.
Alumbrado exterior 3	H07V-K	120	4x2,5+2,5	23	2,14	Tubo de PVC rígido de 16 mm fijado a la pared y al techo.
C.A. Tomas de Corriente 1	RV-K	73	4x50+25	175	1,09	61 m Bandeja de rejilla con alambre de acero galvanizado en caliente. Instalado adosado a pared de 70 x 150 a 10 m de altura. 12 m Bajada en bandeja de rejilla vertical 35 x 50mm



LÍNEA	CABLE	L (m)	S (mm ²)	I _{adm} (A)	ΔV Total (%)	CANALIZACIÓN
C.A. Tomas de Corriente 2	RV-K	88	4x50+25	175	1,31	76 m Bandeja de rejilla con alambre de acero galvanizado en caliente. Instalado adosado a pared de 70 x 150 a 10 m de altura. 12 m Bajada en bandeja de rejilla vertical 35 x 50mm

Blindobarra 400A:

LÍNEA	CABLE	L (m)	S (mm ²)	I _{adm} (A)	ΔV Total (%)	CANALIZACIÓN
Prensa 250Tn 1	RV-K	12	4x6+6	46	0,33	Bandeja de rejilla con alambre de acero galvanizado en caliente. Instalado verticalmente de 35 x 50 mm
Prensa 250Tn 2	RV-K	12	4x6+6	46	0,33	Bandeja de rejilla con alambre de acero galvanizado en caliente. Instalado verticalmente de 35 x 50 mm
Prensa 250Tn 3	RV-K	12	4x6+6	46	0,33	Bandeja de rejilla con alambre de acero galvanizado en caliente. Instalado verticalmente de 35 x 50 mm
Prensa 250Tn 4	RV-K	12	4x6+6	46	0,33	Bandeja de rejilla con alambre de acero galvanizado en caliente. Instalado verticalmente de 35 x 50 mm
Prensa 400Tn	RV-K	12	4x6+6	46	0,38	Bandeja de rejilla con alambre de acero galvanizado en caliente. Instalado verticalmente de 35 x 50 mm
Prensa 640Tn	RV-K	12	4x16+16	87	0,31	Bandeja de rejilla con alambre de acero galvanizado en caliente. Instalado verticalmente de 35 x 50 mm



Cuadro auxiliar 2:

LÍNEA	CABLE	L (m)	S (mm ²)	I _{adm} (A)	ΔV Total (%)	CANALIZACIÓN
Blindobarra 1 800A	RV-K	12	4x(3x185)+2x150	1245	0,13	Bandeja de rejilla con alambre de acero galvanizado en caliente. Instalado adosado a pared de 70 x 105 a 10 m de altura.
Blindobarra 2 800A	RV-K	28	4x(3x185)+2x150	1245	0,31	Bandeja de rejilla con alambre de acero galvanizado en caliente. Instalado adosado a pared de 70 x 105 a 10 m de altura.
Water System 1	RV-K	75	4x6+6	46	1,53	Bandeja de rejilla con alambre de acero galvanizado en caliente. Instalado adosado a pared de 105 x 300 a 10 m de altura.
Water System 2	RV-K	80	4x6+6	46	1,64	Bandeja de rejilla con alambre de acero galvanizado en caliente. Instalado adosado a pared de 105 x 300 a 10 m de altura.
Exhausting System 1	RV-K	52	4x2,5+2,5	26,5	0,35	Bandeja de rejilla con alambre de acero galvanizado en caliente. Instalado adosado a pared de 105 x 300 a 10 m de altura.
Exhausting System 2	RV-K	59	4x2,5+2,5	26,5	0,40	Bandeja de rejilla con alambre de acero galvanizado en caliente. Instalado adosado a pared de 105 x 300 a 10 m de altura.
Exhausting System 3	RV-K	96	4x2,5+2,5	26,5	0,64	Bandeja de rejilla con alambre de acero galvanizado en caliente. Instalado adosado a pared de 105 x 300 a 10 m de altura.
Exhausting System 4	RV-K	103	4x2,5+2,5	26,5	0,69	Bandeja de rejilla con alambre de acero galvanizado en caliente. Instalado adosado a pared de 105 x 300 a 10 m de altura.



LÍNEA	CABLE	L (m)	S (mm ²)	I _{adm} (A)	ΔV Total (%)	CANALIZACIÓN
Puerta rápida	RV-K	101	4x2,5+2,5	26,5	0,50	Bandeja de rejilla con alambre de acero galvanizado en caliente. Instalado adosado a pared de 105 x 300 a 10 m de altura.
Alumbrado Soldaduras 1	H07V-K	42	4x1,5+1,5	16,5	0,63	Tubo de PVC rígido de 16 mm fijado a la pared y al techo.
Alumbrado Soldaduras 2	H07V-K	48	4x1,5+1,5	16,5	0,71	Tubo de PVC rígido de 16 mm fijado a la pared y al techo.
Alumbrado Soldaduras 3	H07V-K	54	4x1,5+1,5	16,5	0,80	Tubo de PVC rígido de 16 mm fijado a la pared y al techo.
Alumbrado Soldaduras 4	H07V-K	60	4x1,5+1,5	16,5	0,89	Tubo de PVC rígido de 16 mm fijado a la pared y al techo.
Alumbrado emergencia Soldaduras 1	H07V-K	56	2x1,5+1,5	20	0,04	Tubo de PVC rígido de 16 mm fijado a la pared y al techo.
Alumbrado Soldaduras 5	H07V-K	86	4x1,5+1,5	16,5	1,54	Tubo de PVC rígido de 16 mm fijado a la pared y al techo.
Alumbrado Soldaduras 6	H07V-K	92	4x1,5+1,5	16,5	1,64	Tubo de PVC rígido de 16 mm fijado a la pared y al techo.
Alumbrado Soldaduras 7	H07V-K	98	4x1,5+1,5	16,5	1,75	Tubo de PVC rígido de 16 mm fijado a la pared y al techo.
Alumbrado Soldaduras 8	H07V-K	104	4x1,5+1,5	16,5	1,86	Tubo de PVC rígido de 16 mm fijado a la pared y al techo.
Alumbrado emergencia Soldaduras 2	H07V-K	116	2x1,5+1,5	20	0,08	Tubo de PVC rígido de 16 mm fijado a la pared y al techo.



LÍNEA	CABLE	L (m)	S (mm ²)	I _{adm} (A)	ΔV Total (%)	CANALIZACIÓN
Cuadros auxiliares Tomas de Corriente 3	RV-K	73	4x50+25	175	1,09	Bandeja de rejilla con alambre de acero galvanizado en caliente. Instalado adosado a pared de 35 x 150 a 10 m de altura.
Cuadros auxiliares Tomas de Corriente 4	RV-K	88	4x50+25	175	1,31	Bandeja de rejilla con alambre de acero galvanizado en caliente. Instalado adosado a pared de 35 x 150 a 10 m de altura.

Blindobarras 1 800A:

BLINDO 1 800 A	CABLE	L (m)	S (mm ²)	I _{adm} (A)	ΔV Total (%)	CANALIZACIÓN
Soldadura VW 120 Up RHD	RV-K	12	4x35+16	144	0,24	Bandeja de rejilla con alambre de acero galvanizado en caliente. Instalado verticalmente de 35 x 50 mm
Soldadura VW 120 Up LHD 1	RV-K	12	4x35+16	144	0,24	Bandeja de rejilla con alambre de acero galvanizado en caliente. Instalado verticalmente de 35 x 50 mm
Soldadura Fiat Control Arm 330	RV-K	12	4x35+16	144	0,24	Bandeja de rejilla con alambre de acero galvanizado en caliente. Instalado verticalmente de 35 x 50 mm
Assembly Bushing Fiat Control Arm	RV-K	12	4x2,5+2,5	26,5	0,34	Bandeja de rejilla con alambre de acero galvanizado en caliente. Instalado verticalmente de 35 x 50 mm
Soldadura PSA Subframe	RV-K	12	4x50+25	175	0,23	Bandeja de rejilla con alambre de acero galvanizado en caliente. Instalado verticalmente de 35 x 50 mm



Blindobarras 2 800A:

BLINDO 2 800 A	CABLE	L (m)	S (mm ²)	Iadm (A)	ΔV Total (%)	CANALIZACIÓN
Soldadura VW 120 Up LHD 2	RV-K	12	4x35+16	144	0,24	Bandeja de rejilla con alambre de acero galvanizado en caliente. Instalado verticalmente de 35 x 50 mm
Soldadura VW 120 Up RHD Assembly Tucker	RV-K	12	4x16+16	87	0,33	Bandeja de rejilla con alambre de acero galvanizado en caliente. Instalado verticalmente de 35 x 50 mm
Soldadura Audi Front Rear	RV-K	12	4x25+16	110	0,29	Bandeja de rejilla con alambre de acero galvanizado en caliente. Instalado verticalmente de 35 x 50 mm
Soldadura Audi Front Bumper	RV-K	12	4x25+16	110	0,29	Bandeja de rejilla con alambre de acero galvanizado en caliente. Instalado verticalmente de 35 x 50 mm
Soldadura PSA A9 Bumper 1	RV-K	12	4x25+16	110	0,27	Bandeja de rejilla con alambre de acero galvanizado en caliente. Instalado verticalmente de 35 x 50 mm
Soldadura PSA A9 Bumper 2	RV-K	12	4x25+16	110	0,27	Bandeja de rejilla con alambre de acero galvanizado en caliente. Instalado verticalmente de 35 x 50 mm



Cuadro auxiliar 3:

LÍNEA	CABLE	L (m)	S (mm ²)	I _{adm} (A)	ΔV Total (%)	CANALIZACIÓN
Compresor 1	RV-K	9	4x25+16	110	0,14	Bandeja de rejilla de acero galvanizado en caliente de 35 x 50mm.
Compresor 2	RV-K	11	4x25+T6	110	0,18	Bandeja de rejilla de acero galvanizado en caliente de 35 x 50mm
Alumbrado Compresores	RV-K	8	2x1,5+T1,5	20	0,08	Tubo de PVC rígido de 16 mm fijado a la pared y al techo.
Alumbrado emergencia Compresores	RV-K	5	2x1,5+T1,5	20	0,01	Tubo de PVC rígido de 16 mm fijado a la pared y al techo.
Toma de corriente monofásicas	RV-K	6	2x2,5+T2,5	26,5	0,60	Tubo de PVC rígido de 16 mm fijado a la pared y al techo.

Cuadro auxiliar 4:

LÍNEA	CABLE	L (m)	S (mm ²)	I _{adm} (A)	ΔV Total (%)	CANALIZACIÓN
Rectificadora	RV-K	67	4x2,5+2,5	26,5	0,45	Bandeja de rejilla de acero galvanizado en caliente de 35 x150mm.
Torno	RV-K	63	4x2,5+2,5	26,5	2,10	Bandeja de rejilla de acero galvanizado en caliente de 35 x150mm.
Fresadora	RV-K	77	4x2,5+2,5	26,5	0,17	Bandeja de rejilla de acero galvanizado en caliente de 35 x150mm.
Muelle 1	RV-K	38	4x2,5+2,5	26,5	0,25	Bandeja de rejilla de acero galvanizado en caliente de 35 x150mm.
Muelle 2	RV-K	43	4x2,5+2,5	26,5	0,28	Bandeja de rejilla de acero galvanizado en caliente de 35 x150mm.



LÍNEA	CABLE	L (m)	S (mm ²)	I _{adm} (A)	ΔV Total (%)	CANALIZACIÓN
Puerta rápida	RV-K	37	4x2,5+2,5	26,5	0,18	Bandeja de rejilla de acero galvanizado en caliente de 35 x150mm.
Alumbrado Matricería 1	H07V-K	71	4x2,5+2,5	23	0,89	Tubo de PVC rígido de 16 mm fijado a la pared y al techo.
Alumbrado Matricería 2	H07V-K	78	4x2,5+2,5	23	0,98	Tubo de PVC rígido de 16 mm fijado a la pared y al techo.
Alumbrado Matricería 3	H07V-K	85	4x2,5+2,5	23	1,06	Tubo de PVC rígido de 16 mm fijado a la pared y al techo.
A.E. Matricería	H07V-K	74	2x1,5+1,5	20	0,35	Tubo de PVC rígido de 16 mm fijado a la pared y al techo.
Alumbrado Oficina Matricería	H07V-K	16	2x1,5+1,5	20	0,31	Tubo corrugado de PVC de 16 mm flexible empotrado en la pared y techo
A.E. Oficinas Matricería	H07V-K	14	2x1,5+1,5	20	0,01	Tubo corrugado de PVC de 16 mm flexible empotrado en la pared y techo
T.C.monofásicas Oficina Matricería	H07V-K	20	2x2,5+2,5	26,5	1,99	Tubo corrugado de PVC de 16 mm flexible empotrado en la pared y techo
C.A.Tomas de Corriente 5	RV-K	73	4x25+16	110	1,45	Bandeja de rejilla de acero galvanizado en caliente de 35 x150mm.



Cuadro auxiliar 5:

LÍNEA	CABLE	L (m)	S (mm ²)	I _{adm} (A)	ΔV Total (%)	CANALIZACIÓN
Alumbrado Oficina Producción y Oficina Logística	H07V-K	20	2x1,5+1,5	20	0,52	Tubo corrugado de PVC de 16 mm flexible empotrado en la pared y techo
Alumbrado Oficina Calidad y Oficina Ingeniería	H07V-K	16	2x1,5+1,5	16	0,52	Tubo corrugado de PVC de 16 mm flexible empotrado en la pared y techo
Alumbrado emergencia oficinas Producción, Logística, Calidad e Ingeniería	H07V-K	20	2x1,5+1,5	20	0,06	Tubo corrugado de PVC de 16 mm flexible empotrado en la pared y techo
Alumbrado Sala reuniones y Administración	H07V-K	18	2x1,5+1,5	18	0,58	Tubo corrugado de PVC de 16 mm flexible empotrado en la pared y techo
Alumbrado Recepción y Pasillos	H07V-K	15	2x1,5+1,5	15	0,28	Tubo corrugado de PVC de 16 mm flexible empotrado en la pared y techo
Alumbrado Aseos	H07V-K	9	2x1,5+1,5	9	0,06	Tubo corrugado de PVC de 16 mm flexible empotrado en la pared y techo
Alumbrado emergencia Sala reuniones, Administración, Recepción, Pasillos y Aseos	H07V-K	18	2x1,5+1,5	18	0,10	Tubo corrugado de PVC de 16 mm flexible empotrado en la pared y techo
Tomas de corriente monofásicas Oficina Producción y Oficina Logística	H07V-K	23	2x2,5+2,5	23	2,29	Tubo corrugado de PVC de 16 mm flexible empotrado en la pared y techo



LÍNEA	CABLE	L (m)	S (mm ²)	I _{adm} (A)	ΔV Total (%)	CANALIZACIÓN
Tomas de corriente monofásicas Oficina Calidad y Sala Reuniones	H07V-K	19	2x2,5+2,5	19	1,89	Tubo corrugado de PVC de 16 mm flexible empotrado en la pared y techo
Tomas de corriente monofásicas Ingeniería, Administración y Recepción	H07V-K	21	2x2,5+2,5	21	2,09	Tubo corrugado de PVC de 16 mm flexible empotrado en la pared y techo
Tomas de corriente monofásicas Pasillos y Aseos	H07V-K	15	2x2,5+2,5	15	1,49	Tubo corrugado de PVC de 16 mm flexible empotrado en la pared y techo

Cuadro auxiliar 6:

LÍNEA	CABLE	L (m)	S (mm ²)	I _{adm} (A)	ΔV Total (%)	CANALIZACIÓN
Alumbrado vestuario N°1	H07V-K	23	2x1,5+1,5	20	0,51	Tubo corrugado de PVC de 16 mm flexible empotrado en la pared y techo
Alumbrado vestuario N°2	H07V-K	14	2x1,5+1,5	20	0,12	Tubo corrugado de PVC de 16 mm flexible empotrado en la pared y techo
Alumbrado Acceso vestuarios y cuarto limpieza	H07V-K	20	2x1,5+1,5	20	0,30	Tubo corrugado de PVC de 16 mm flexible empotrado en la pared y techo
A.E. Vestuarios	H07V-K	26	2x1,5+1,5	20	0,17	Tubo corrugado de PVC de 16 mm flexible empotrado en la pared y techo



LÍNEA	CABLE	L (m)	S (mm ²)	I _{adm} (A)	ΔV Total (%)	CANALIZACIÓN
Alumbrado zona duchas vestuario N°1	H07V-K	18	2x1,5+1,5	20	0,22	Tubo corrugado de PVC de 16 mm flexible empotrado en la pared y techo
Alumbrado zona duchas vestuario N°2	H07V-K	11	2x1,5+1,5	20	0,08	Tubo corrugado de PVC de 16 mm flexible empotrado en la pared y techo
Alumbrado emergencia vestuarios zona duchas	H07V-K	16	2x1,5+1,5	20	0,05	Tubo corrugado de PVC de 16 mm flexible empotrado en la pared y techo
Alumbrado cantina	H07V-K	28	2x1,5+1,5	20	0,27	Tubo corrugado de PVC de 16 mm flexible empotrado en la pared y techo
Alumbrado emergencia cantina	H07V-K	30	2x1,5+1,5	20	0,03	Tubo corrugado de PVC de 16 mm flexible empotrado en la pared y techo
Tomas de corriente monofásicas vestuario N°1	H07V-K	26	2x2,5+2,5	26,5	2,58	Tubo corrugado de PVC de 16 mm flexible empotrado en la pared y techo
Tomas de corriente monofásicas vestuario N°2	H07V-K	17	2x2,5+2,5	26,5	1,69	Tubo corrugado de PVC de 16 mm flexible empotrado en la pared y techo
Tomas de corriente monofásicas Acceso vestuarios Y Cuarto Limpieza	H07V-K	10	2x2,5+2,5	26,5	0,99	Tubo corrugado de PVC de 16 mm flexible empotrado en la pared y techo
Tomas de corriente monofásicas cantina	H07V-K	14	2x2,5+2,5	26,5	1,39	Tubo corrugado de PVC de 16 mm flexible empotrado en la pared y techo



1.6. PROTECCIONES



1.6.1. INTRODUCCIÓN

Según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, toda instalación debe contemplar protección de la propia instalación contra sobrecargas y cortocircuitos y protección de las personas contra contactos directos e indirectos.

Para ello se emplean dispositivos de protección que tienen la finalidad de registrar de forma selectiva las averías y separar las partes de la instalación defectuosa, así como limitar las sobreintensidades y los defectos de los arcos eléctricos.

Cuando se disponen varios interruptores en serie, generalmente se requiere que estos sean selectivos. Un sistema de protección es selectivo cuando sólo dispara el elemento de protección situado inmediatamente antes al punto de defecto. Si falla ese aparato deberá funcionar otro de orden inmediatamente superior. Además se deberá tener en cuenta que las características de disparo de los elementos de protección no se entrecrucen.

1.6.2. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS

Se produce una sobrecarga en un circuito eléctrico cuando la intensidad que circula es superior a la admisible o nominal (sobrecorriente), sin que haya defecto de aislamiento.

Causas de las sobrecargas

- Fenómenos transitorios debidos al funcionamiento de algunos receptores
- Sobreutilización de los receptores, que están sobrecargados, suministrando más potencia de la nominal.
- Sobreutilización de la instalación, que tiene conectada receptores con más potencia de la prevista
- Defectos de aislamiento de gran impedancia

Efectos de las sobrecargas

- La sobrecarga produce en los conductores elevación de la temperatura, que puede ser superior a la admisible, ello implica el deterioro de los aislantes y la disminución del tiempo de utilidad de los cables.

El Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión establece que el dispositivo de protección contra sobrecargas podrá estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte, o por cortocircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.



El aparato de protección debe desconectar antes de que se alcance la máxima temperatura admisible. Según la norma UNE 20 460, el aparato protege contra sobrecargas a un conductor si se verifican las siguientes condiciones:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z \quad I_2 \leq I_Z$$

I_B	Intensidad de empleo del conductor.
I_n	Intensidad nominal del aparato de protección.
I_Z	Intensidad máxima admisible del conductor.
I_2	Intensidad convencional de fusión o disparo del aparato de protección.

1.6.3. PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITOS

El cortocircuito es una conexión de poca impedancia entre dos puntos entre los que existe una diferencia de potencial, dando lugar a una corriente de intensidad muy elevada.

Causas de los cortocircuitos:

- Son principalmente fallos de aislamiento de la instalación o fallos en los receptores conectados, por avería o conexión incorrecta

Efectos de los cortocircuitos:

- Efectos térmicos: La corriente muy elevada produce calentamiento de los conductores por efecto Joule. En el cortocircuito, por su pequeña duración, el calor producido se utiliza exclusivamente en elevar la temperatura del conductor (que alcanza su temperatura máxima admisible en milisegundos) sin ceder calor al exterior, provocando la destrucción del conductor.
- Efectos electrodinámicos: Las fuerzas de atracción o de repulsión que aparecen entre conductores por efecto del campo magnético creado a su alrededor por la corriente que los recorre, son directamente proporcionales al producto de esas corrientes e inversamente proporcionales a la distancia entre conductores. Las corrientes de cortocircuito, de valor muy elevado hacen que estas fuerzas electrodinámicas sean también elevadas, pudiendo destruir las barras de conexión.

Según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.

La condición de protección es que el dispositivo de protección actúe, cortando la corriente de cortocircuito, antes de que la instalación resulte dañada por efecto térmico o electrodinámico.



En la protección con interruptor automático, los criterios de protección son:

- Poder de corte del interruptor mayor que la máxima intensidad de cortocircuito o cortocircuito al principio de la línea.

$$PdC > I_{ccm\acute{a}x}$$

- Intensidad de cortocircuito mínima o cortocircuito al final de la línea, mayor que la intensidad de regulación del disparador electromagnético.

$$I_{ccm\grave{a}n} > I_a$$

- El interruptor debe cortar la corriente de cortocircuito en un tiempo inferior a aquel que hace tomar al conductor una temperatura superior a su temperatura límite. Así en el cortocircuito, el conductor no llegará a la temperatura máxima admisible. La intensidad de cortocircuito máxima de ser menor que la intensidad que corresponde a la energía disipada admisible en el conductor.

$$I_{ccm\acute{a}x} < I_b$$

La energía disipada admisible en el conductor, $(I^2t)_{adm}$, puede calcularse en función de una constante K y de la sección S del conductor en milímetros cuadrados.

$$(I^2t)_{adm} = K^2 S^2$$

La constante K depende del material del conductor y del aislante. Los valores utilizados se indican en la siguiente tabla.

CONDUCTOR	AISLAMIENTO	K
Cobre	PVC	115
	XLPE – EPR	135
Aluminio	PVC	74
	XLPE - EPR	87

Calculada la energía disipada admisible en el conductor, llevando este valor a la curva característica de la energía disipada por el interruptor en cortocircuito se obtiene el valor de la intensidad I_b correspondiente.

En la protección con fusible, los criterios de protección son:

- Poder de corte del fusible mayor que la máxima intensidad de cortocircuito.

$$PdC > I_{ccm\acute{a}x}$$



- Intensidad de cortocircuito mínima mayor que la intensidad mínima a la que el fusible protege al conductor.

$$I_{ccmin} > I_a$$

Los fusibles, por su rapidez de actuación, limitan mucho la energía disipada en cortocircuito. Deben escogerse de calibre ligeramente superior a la intensidad de utilización de la línea (I_B).

Los dispositivos de protección se sitúan en el origen de la instalación y en los puntos donde se produzca una reducción de la corriente admisible. Los dispositivos protegen la parte de la instalación situada a continuación de ellos siguiendo el sentido de la alimentación (aguas abajo).

1.6.3.1. CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO

En una línea trifásica el cortocircuito puede ser de los tipos:

- Cortocircuito trifásico, entre las tres fases.
- Cortocircuito entre dos fases.
- Cortocircuito entre fases y tierra.

El cortocircuito trifásico simétrico entre las tres fases es el que se utiliza para el cálculo, considerando el circuito equivalente de una fase.

El valor eficaz de la intensidad de cortocircuito simétrica I_{cc} es el cociente entre la tensión de fase de la red y la impedancia Z_{cc} del circuito de defecto:

$$I_{cc} = \frac{V_L / \sqrt{3}}{Z_{cc}}$$

El valor de la intensidad de pico o de choque I_S de la corriente inicial de cortocircuito es variable. Se puede calcular por un coeficiente de choque que depende de la relación entre la resistencia y reactancia de cortocircuito. Este coeficiente se puede aproximar a un valor 1,8 como caso más desfavorable.

$$I_S = x\sqrt{2}I_{cc} = 1,8\sqrt{2}I_{cc} = 2,55I_{cc}$$

El cálculo de la intensidad de cortocircuito en la red de distribución de media tensión se realiza en base a la potencia de cortocircuito en el punto de conexión de la acometida en media tensión con la red de distribución.



La empresa suministradora, Iberdrola, indica el valor de la potencia de cortocircuito, en este caso 500 MVA. Siendo V_L la tensión de línea de la red, se tiene que

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} * V_L},$$

y por tanto, la impedancia por fase de la red de distribución se puede calcular en función de la potencia de cortocircuito.

$$Z_f = \frac{V_L / \sqrt{3}}{I_{cc}} = \frac{V_L * V_L}{\sqrt{3} * I_{cc} * V_L} = \frac{V_L^2}{S_{cc}}$$

Para calcular la corriente de cortocircuito en redes de baja tensión, se considera como caso más desfavorable que la impedancia de la línea de distribución es la del transformador de alimentación a la línea de baja tensión, de manera que el transformador mantendría la tensión de alimentación en cualquier condición de carga.

La intensidad de cortocircuito en un punto de la red de baja tensión se calcula sumando a la impedancia del transformador la impedancia de la red hasta el punto de defecto. La impedancia de los conductores que forman la instalación viene dada por los fabricantes de los cables en función del tipo de cable y de su longitud.

1.6.4. SELECTIVIDAD EN LAS PROTECCIONES CONTRA SOBREENSIDADES.

Existe selectividad entre dos dispositivos de protección contra sobreenensidades conectados en serie, si al producirse un defecto, desconecta el dispositivo situado más cerca del lugar donde se produjo, no afectando a la protección situada en el escalón superior (aguas arriba).

- *Selectividad entre fusible situado aguas arriba e interruptor automático aguas abajo:* Hay selectividad en la protección contra sobrecargas si la corriente de actuación del fusible es superior a la intensidad de regulación del disparador electromagnético (I_a) del interruptor automático. En protección contra cortocircuitos hay selectividad si la intensidad de cortocircuito es inferior a la corriente de fusión del fusible.
- *Selectividad entre interruptor automático situado aguas arriba e interruptor automático aguas abajo:* En protección contra sobrecargas hay selectividad cuando el calibre del interruptor de aguas arriba es superior al del interruptor de aguas abajo (si son del mismo tipo de curva de disparo). En protección contra cortocircuitos hay selectividad si la intensidad de cortocircuito es inferior a la intensidad de regulación del disparador electromagnético del interruptor situado aguas arriba.



1.6.5. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS:

- *Protección contra contactos directos:*

Consiste en tomar las medidas destinadas a proteger las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos. Los medios de protección habituales son:

- Aislamiento de las partes activas mediante recubrimiento de las mismas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo. Las pinturas, barnices, lacas y productos similares no se consideran que constituyan un aislamiento suficiente en el marco de la protección contra los contactos directos.
- Por medio de barreras o envolventes que cubran las partes activas. Éstas deberán estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de las barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD.

- Por medio de obstáculos destinados a impedir los contactos fortuitos con las partes activas, aunque ésta medida no garantiza una protección completa y su aplicación se limita, en la práctica, a los locales del servicio eléctrico sólo accesibles al personal autorizado. Lógicamente, no impide los contactos voluntarios por una tentativa deliberada de salvar el obstáculo.
- Mediante puesta fuera de alcance por alejamiento. La puesta fuera del alcance por alejamiento está destinada solamente a impedir los contactos fortuitos con las partes activas.

Las partes accesibles simultáneamente que se encuentran a tensiones diferentes no deben encontrarse dentro del volumen de accesibilidad. El volumen de accesibilidad de las personas se define como el situado alrededor de los emplazamientos en los que pueden permanecer o circular personas, y cuyos límites no pueden ser alcanzados por una mano sin medios auxiliares.

- Mediante el uso de dispositivos de corriente diferencial residual. Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra contactos directos. Actúa cuando se produce un contacto directo o indirecto y la intensidad de defecto a tierra es mayor o igual a la sensibilidad. No actúa cuando el contacto es entre dos fases o entre fase y neutro.



- *Protección contra contactos indirectos:*

Consiste en tomar medidas para evitar el contacto de las personas con las masas o en caso de producirse el contacto evitar que sea peligroso. Se consigue mediante la aplicación de alguna de las medidas siguientes:

- Protección por corte automático de la alimentación. Está destinado a impedir que, después de la aparición de un fallo, una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que puede dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 voltios, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales. En ciertas condiciones pueden especificarse valores menos elevados, como por ejemplo 24 voltios para instalaciones de alumbrado público.
- Protección por empleo de equipos de la clase II o por aislamiento equivalente.
- Protección en los locales o emplazamientos no conductores. Está destinada a impedir, en caso de fallo del aislamiento principal de las partes activas, el contacto simultáneo con partes que pueden ser puestas a tensiones diferentes.
- Protección mediante conexiones equipotenciales locales no conectadas a tierra. Los conductores de equipotencialidad deben conectar todas las masas y todos los elementos conductores que sean simultáneamente accesibles. Esta conexión no debe estar conectada a tierra, ni directamente ni a través de masas o elementos conductores.
- Protección por separación eléctrica. El circuito debe alimentarse a través de una fuente de separación.

En la protección por corte automático de la alimentación debe existir una adecuada coordinación entre el esquema de conexiones a tierra de la instalación y las características de los dispositivos de protección.

En el caso concreto del presente proyecto, el esquema de conexión empleado es el TT, en el que los dispositivos de protección presentarán las siguientes características y prescripciones:

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra.

El punto neutro de cada generador o transformador, o, si no existe, un conductor de fase de cada generador o transformador, debe ponerse a tierra.



En el esquema TT se utilizan los dispositivos de protección siguientes:

- Dispositivos de protección de corriente diferencial-residual.
- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles o interruptores automáticos.

1.6.5.1. INTERRUPTORES DIFERENCIALES

Los interruptores automáticos diferenciales son dispositivos amperométricos de protección que se desconectan cuando el sistema filtra una corriente significativa a la tierra (corriente de fuga).

Calculan continuamente la suma de vectores de las líneas de corriente monofásicas o trifásicas y, mientras la suma sea igual a cero, permiten el suministro de electricidad. Este suministro se interrumpe rápidamente si la suma excede un valor predeterminado según la sensibilidad del dispositivo.

Los interruptores automáticos accionados por corriente residual pueden clasificarse de acuerdo a la forma de onda detectable (que no se va a tener en cuenta en el presente proyecto) y según la sensibilidad de interrupción y tiempo de interrupción.

Por su sensibilidad de disparo ($I\Delta n$), los interruptores diferenciales se clasifican como:

- Baja sensibilidad ($I\Delta n > 0.03$ A), los cuales no son adecuados para la protección contra contactos directos; coordinado con el sistema de puesta a tierra de acuerdo con la fórmula $I\Delta n < 50/R$, proporciona una protección contra contactos indirectos, con una protección contra contactos directos.
- Alta sensibilidad ($I\Delta n: .0.01...0.03$ A), para la protección contra contactos indirectos, con protección simultánea contra contactos directos.

Por su rapidez de disparo, los interruptores diferenciales se clasifican como:

- Instantáneos o rápidos o interruptores diferenciales normales
- Del tipo S o incorrectamente dicho, interruptores diferenciales con retardo.

Selectividad de los interruptores diferenciales:

Con los interruptores diferenciales, se presentan problemas análogos a los relativos a la instalación de los interruptores automáticos; la exigencia de reducir al mínimo posible, la parte de la instalación que queda fuera de servicio en caso de defecto.



El aspecto más importante para una correcta protección diferencial es el tiempo de disparo; la protección contra la tensión de contacto es eficaz sólo si el tiempo máximo previsto no supera la curva de seguridad.

Si se establece una selectividad, también para el disparo diferencial, hay que tener en cuenta que, remontando la instalación aguas arriba, la posibilidad que personas no instruidas en la materia entren en contacto con partes peligrosas, disminuye notablemente.

Si un sistema eléctrico contiene cargas con corrientes de defecto a tierra que superan los valores asignados o si el sistema consta de varias cargas, que pertenecen a diferentes usuarios, es conveniente instalar varios interruptores diferenciales, uno por cada derivación, con un aparato de corte general aguas arriba de estos, en lugar de un único interruptor.

Selectividad amperimétrica (parcial):

La selectividad puede crearse colocando interruptores diferenciales de baja sensibilidad aguas arriba e interruptores diferenciales de mayor sensibilidad aguas abajo.

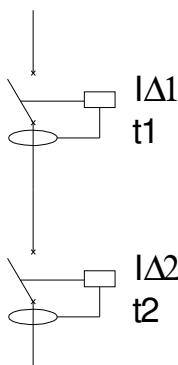
Una condición esencial que debe satisfacerse para alcanzar una coordinación selectiva es que el valor $I_{\Delta 1}$ del interruptor diferencial situado aguas arriba sea superior al doble del valor $I_{\Delta 2}$ del interruptor diferencial situado aguas abajo.

Selectividad cronométrica (total):

Para alcanzar una selectividad total, el interruptor diferencial situado aguas arriba debe de ser de tipo selectivo.

Los tiempos de disparo de los dos aparatos conectados en serie deben estar coordinados para que el tiempo total de disparo t_2 del interruptor situado aguas abajo sea menor que el tiempo límite de no respuesta t_1 del situado aguas arriba, para cualquier valor de corriente. De esta forma, el interruptor situado aguas abajo completará su apertura antes de que dispare el situado aguas arriba.

Para garantizar una selectividad total, el valor de la sensibilidad del aparato instalado aguas arriba debe ser mayor que el doble del situado aguas abajo.





1.6.6. SOLUCIONES ADOPTADAS

La instalación de protección estará compuesta de un interruptor automático magnetotérmico de cabecera y seccionadores e interruptores diferenciales regulables en sensibilidad y tiempo para cada cuadro auxiliar. Dado el carácter de los receptores, cargas mixtas y motores de tamaño medio, se emplearán aparatos con curva de disparo C y D.

1.- Cuadro baja tensión centro de transformación:

CUADRO BAJA TENSION CENTRO TRANSFORMACION					
LÍNEA	DATOS DE LA LÍNEA			PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA	PROTECCIÓN DIFERENCIAL
	CABLE (mm ²)	I _{cc} máxima (KA)	I _n (A)	DISPOSITIVO	DISPOSITIVO
CGD	4x(6x240)	33,9	2309	Schneider Electric NS2500N 4P 2500A pdC= 70KA, Curva C	Schneider Electric MIC 7.0A 4P 2A 1s
Condensador fijo	3x70+35	33,9	216,5	Schneider Electric NSX250N 3P 250A pdC= 50KA, Curva D	
Cabecera	2x2,5+2,5	33,9	18,82	Schneider Electric Ng125L 2P 20A pdC= 50KA, Curva C	
Alumbrado CT y sala GE	2x2,5+2,5	33,9	2,72	Schneider Electric C60H 2P 16A pdC= 15KA, Curva C	
Alumbrado emergencia CT y sala GE	2x1,5+1,5	33,9	0,10	Schneider Electric C60H 2P 10A pdC= 15KA, Curva C	Schneider Electric VIGI NG125 2P 30mA 300ms
Tomas de corriente monofásicas CT y sala GE	2x1,5+1,5	33,9	16	Schneider Electric C60H 2P 16A pdC= 15KA, Curva C	



2.- Cuadro general de distribución (C.G.D):

CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN					
LÍNEA	DATOS DE LA LÍNEA			PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMIC A	PROTECCIÓN DIFERENCIAL
	CABLE (mm ²)	I _{cc} máxim a (KA)	In (A)	DISPOSITIVO	DISPOSITIVO
CABECERA	4x(7x240)	28,8	2309	Interruptor en carga Interpact INS 2500A 3P	-
CUADRO 1	4x(2x240)+240	28,8	733	Schneider Electric NS800N 4P 800A pdC= 70KA, Curva C	Schneider Electric MIC 7.0A 4P 1A 1s
CUADRO 2	4x(5x240)+3x240	28,8	1860	Schneider Electric NS2000N 4P 2000A pdC= 70KA, Curva C	Schneider Electric MIC 7.0A 4P 1A 1s
CUADRO 3	4x50+25	28,8	109	Schneider Electric NSX160F 4P 125A pdC= 36 KA, Curva D	Schneider Electric VIGI MH 4P 1A 1s
CUADRO 4	4x50+25	28,8	101	Compact de Schneider Electric NSX00F 4P 100A pdC= 36KA, Curva C	Schneider Electric VIGI MH 4P 1A 1s
CUADRO 5	4x10+10	28,8	25	Schneider Electric NSX00F 4P 100A pdC= 36KA, Curva C	Schneider Electric VIGI MH 4P 1A 1s
CUADRO 6	4x6+6	28,8	24	Schneider Electric NSX00F 4P 100A pdC= 36KA, Curva C	Schneider Electric VIGI MH 4P 1A 1s
BAT. COND.	3x(4x120)+240	28,8	693	Schneider Electric NSN1250N 3P 1250A pdC= 50KA, Curva D	-



2.- Cuadro Auxiliar 1:

CUADRO AUXILIAR 1					
LÍNEA	DATOS DE LA LÍNEA			PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA	PROTECCIÓN DIFERENCIAL
	CABLE (mm ²)	I _{cc} máxima (KA)	In (A)	DISPOSITIVO	DISPOSITIVO
Cabecera	4x(2x240)+240	19,31	1860	Interruptor en carga Interpact INS 800A 5P	-
Blindobarra 400A	4x(2x120)+120	19,31	800	Schneider Electric NSX400N 4P 400A pdC= 50KA, Curva D	Schneider Electric VIGI MB 4P 400A 300mA 300ms
Puente grúa	4x25+16	19,31	76,1	Schneider Electric NSG125N 4P 80A pdC= 25KA, Curva D	Schneider Electric VIGI NG125 4P 125 A 300mA 300ms
Puerta rápida	4x2,5+2,5	19,31	2,2	Schneider Electric C60L 4P 16A pdC= 25KA, Curva D	Schneider Electric VIGI C60 4P 40A 300mA 300ms
Cargador baterías	4x16+16	19,31	48,1	Schneider Electric NG125N 4P 50A pdC= 25KA, Curva C	Schneider Electric VIGI NG125 4P 125 A 300mA 300ms
Alumbrado Prensas 1	4x1,5+1,5	19,31	8,3	Schneider Electric C60L 4P 10A pdC= 25KA, Curva C	Schneider Electric ID 4P 40A 300Ma 300ms
Alumbrado Prensas 2	4x1,5+1,5	19,31	8,3	Schneider Electric C60L 4P 10 ^a pdC= 25KA, Curva C	
Alumbrado emergencia Prensas 1	2x1,5+1,5	19,31	0,32	Schneider Electric C60L 2P 6A pdC= 25KA, Curva C	



CUADRO AUXILIAR 1					
LÍNEA	DATOS DE LA LÍNEA			PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA	PROTECCIÓN DIFERENCIAL
	CABLE (mm ²)	I _{cc} máxima (KA)	In (A)	DISPOSITIVO	DISPOSITIVO
Alumbrado Prensas 3	4x1,5+1,5	19,31	8,31	Schneider Electric C60L 4P 10A pdC= 25KA, Curva C	Schneider Electric ID 4P 40A 300Ma 300ms
Alumbrado Prensas 4	4x1,5+1,5	19,31	8,31	Schneider Electric C60L 4P 10A pdC= 25KA, Curva C	
Alumbrado Prensas 5	4x1,5+1,5	19,31	8,31	Compact de Schneider Electric C60L 4P 10A pdC= 25KA, Curva C	
Alumbrado emergencia Prensas 2	2x1,5+1,5	19,31	0,36	Schneider Electric C60L 2P 6A pdC= 25KA, Curva C	
Alumbrado Prensas 6	4x1,5+1,5	19,31	8,31	Compact de Schneider Electric C60L 4P 10A pdC= 25KA, Curva C	Schneider Electric ID 4P 40A 300Ma 300ms
Alumbrado Prensas 7	4x1,5+1,5	19,31	8,31	Compact de Schneider Electric C60L 4P 10A pdC= 25KA, Curva C	
Alumbrado emergencia Prensas 3	2x1,5+1,5	19,31	0,39	Schneider Electric C60L 2P 6A pdC= 25KA, Curva C	
Alumbrado exterior 1 (entrada)	2x1,5+1,5	19,31	7,04	Schneider Electric C60L 2P 10A pdC= 25KA, Curva C	Schneider Electric ID 4P 40A 300Ma 300ms
Alumbrado exterior 2	4x2,5+2,5	19,31	9,35	Schneider Electric C60L 4P 10A pdC= 25KA, Curva C	
Alumbrado exterior 3	4x2,5+2,5	19,31	10,39	Schneider Electric C60L 4P 10A pdC= 25KA, Curva C	



CUADRO AUXILIAR 1					
LÍNEA	DATOS DE LA LÍNEA			PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA	PROTECCIÓN DIFERENCIAL
	CABLE (mm ²)	I _{cc} máxima (KA)	In (A)	DISPOSITIVO	DISPOSITIVO
C.A. Tomas de Corriente 1	4x50+25	19,31	96,37	Compact de Schneider Electric NGN125N 4P 100A pdC= 25KA, Curva C	Schneider Electric VIGI NG125 4P 125 A 300mA 300ms
C.A. Tomas de Corriente 2	4x50+25	19,31	96,37	Compact de Schneider Electric NGN125N 4P 100A pdC= 25KA, Curva C	Schneider Electric VIGI NG125 4P 125 A 300mA 300ms

Blindobarra 400 A:

LINEA BLINDOBARRA 400A					
LINEA	DATOS DE LA LÍNEA			PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA	
	CABLE (mm ²)	I _{cc} máxima (KA)	In (A)	DISPOSITIVO	
Prensa 250Tn 1	4x6+6	15,31	31,47	Fusible Telergon Serie NV Gg 4P 40A	
Prensa 250Tn 2	4x6+6	15,31	31,47	Fusible Telergon Serie NV Gg 4P 40A	
Prensa 250Tn 3	4x6+6	15,31	31,47	Fusible Telergon Serie NV Gg 4P 40A	
Prensa 250Tn 4	4x6+6	15,31	31,47	Fusible Telergon Serie NV Gg 4P 40A	
Prensa 400Tn	4x6+6	15,31	35,66	Fusible Telergon Serie NV Gg 4P 40A	
Prensa 640Tn	4x16+16	15,31	78,11	Fusible Telergon Serie NV Gg 4P 80A	



Cuadro auxiliar tomas de corriente 1:

CUADROS AUXILIARES TOMAS DE CORRIENTE 1					
LÍNEA	DATOS DE LA LÍNEA			PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA	PROTECCIÓN DIFERENCIAL
	CABLE (mm ²)	I _{cc} máxima (KA)	In (A)	DISPOSITIVO	DISPOSITIVO
CABECERA	4x50+25	19,31	48	Interruptor en carga Interpact INS 50A 4P	
Toma Trifásica 1	4x2,5+2,5	19,31	32	Schneider Electric C60N 4P 32A pdC= 10KA, Curva C	Schneider Electric ID 4P 63A 30mA 300ms
Toma Monofásica 1	2x2,5+2,5	19,31	16	Schneider Electric C60N 2P 16A pdC= 10KA, Curva C	
Toma Monofásica 2	2x2,5+2,5	19,31	16	Schneider Electric C60N 2P 16A pdC= 10KA, Curva C	Schneider Electric ID 4P 63A 30mA 300ms
Toma Trifásica 2	4x2,5+2,5	19,31	32	Schneider Electric C60N 4P 32A pdC=10KA, Curva C	
Toma Monofásica 3	2x2,5+2,5	19,31	16	Schneider Electric C60N 2P 16A pdC= 10KA, Curva C	Schneider Electric ID 4P 63A 30mA 300ms
Toma Monofásica 4	2x2,5+2,5	19,31	16	Schneider Electric C60N 2P 16A pdC= 10KA, Curva C	
Toma Trifásica 3	4x2,5+2,5	19,31	32	Schneider Electric C60N 4P 32A pdC= 10KA, Curva C	Schneider Electric ID 4P 63A 30mA 300ms
Toma Monofásica 5	2x2,5+2,5	19,31	16	Schneider Electric C60N 2P 16A pdC= 10KA, Curva C	
Toma Monofásica 6	2x2,5+2,5	19,31	16	Schneider Electric C60N 2P 16A pdC= 10KA, Curva C	



Cuadro auxiliar tomas de corriente 2:

CUADROS AUXILIARES TOMAS DE CORRIENTE 2					
LÍNEA	DATOS DE LA LÍNEA			PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA	PROTECCIÓN DIFERENCIAL
	CABLE (mm ²)	I _{cc} máxima (KA)	In (A)	DISPOSITIVO	DISPOSITIVO
CABECERA	4x50+25	19,31	48	Interruptor en carga Interpact INS 50A 4P	-
Toma Trifásica 4	4x2,5+2,5	19,31	32	Schneider Electric C60N 4P 32A pdC= 10KA, Curva C	Schneider Electric ID 4P 63A 30mA 300ms
Toma Monofásica 7	2x2,5+2,5	19,31	16	Schneider Electric C60N 2P 16A pdC= 10KA, Curva C	
Toma Monofásica 8	2x2,5+2,5	19,31	16	Schneider Electric C60N 2P 16A pdC= 10KA, Curva C	Schneider Electric ID 4P 63A 30mA 300ms
Toma Trifásica 5	4x2,5+2,5	19,31	32	Schneider Electric C60N 4P 32A pdC=10KA, Curva C	
Toma Monofásica 9	2x2,5+2,5	19,31	16	Schneider Electric C60N 2P 16A pdC= 10KA, Curva C	
Toma Monofásica 10	2x2,5+2,5	19,31	16	Schneider Electric C60N 2P 16A pdC= 10KA, Curva C	Schneider Electric ID 4P 63A 30mA 300ms
Toma Trifásica 6	4x2,5+2,5	19,31	32	Schneider Electric C60N 4P 32A pdC= 10KA, Curva C	
Toma Monofásica 11	2x2,5+2,5	19,31	16	Schneider Electric C60N 2P 16A pdC= 10KA, Curva C	Schneider Electric ID 4P 63A 30mA 300ms
Toma Monofásica 12	2x2,5+2,5	19,31	16	Schneider Electric C60N 2P 16A pdC= 10KA, Curva C	



3.- Cuadro Auxiliar 2:

CUADRO AUXILIAR 2					
LÍNEA	DATOS DE LA LÍNEA			PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA	PROTECCIÓN DIFERENCIAL
	CABLE (mm ²)	I _{cc} máxima (KA)	I _n (A)	DISPOSITIVO	DISPOSITIVO
CABECERA	4x(5x240)+3x240	17,29	733	Interruptor en carga Interpact INS 2000A 5P	-
Blindobarra 1 800A	4x(3x185)+2x150	17,29	800	Schneider Electric NS800N 4P 800A pdC= 50KA, Curva D	Schneider Electric MIC 7.0A 4P 800A 500mA 300ms
Blindobarra 2 800A	4x(3x185)+2x150	17,29	800	Schneider Electric NS800N 4P 800A pdC= 50KA, Curva D	Schneider Electric MIC 7.0A 4P 800A 500mA 300ms
Water System 1	4x6+6	17,29	23,91	Schneider Electric C60L 4P 25A pdC= 25KA, Curva D	Schneider Electric ID 4P 63A 300mA 300ms
Water System 2	4x6+6	17,29	23,91	Schneider Electric C60L 4P 25A pdC= 25KA, Curva D	
Exhausting System 1	4x2,5+2,5	17,29	4,04	Schneider Electric C60L 4P 16A pdC= 25KA, Curva D	Schneider Electric ID 4P 80A 300Ma 300ms
Exhausting System 2	4x2,5+2,5	17,29	4,04	Schneider Electric C60L 4P 16A pdC= 25KA, Curva D	
Exhausting System 3	4x2,5+2,5	17,29	4,04	Schneider Electric C60L 4P 16A pdC= 25KA, Curva D	
Exhausting System 4	4x2,5+2,5	17,29	4,04	Schneider Electric C60L 4P 16A pdC= 25KA, Curva D	
Puerta rápida	4x2,5+2,5	17,29	2,21	Schneider Electric C60L 4P 16A pdC= 25KA, Curva D	Schneider Electric VIGI C60 4P 40 A 300mA 300ms



Alumbrado Soldaduras 1	4x1,5+1,5	17,29	5,20	Schneider Electric C60L 4P 10A pdC= 25KA, Curva C	Schneider Electric ID 4P 63A 30mA 300ms
Alumbrado Soldaduras 2	4x1,5+1,5	17,29	5,20	Schneider Electric C60L 4P 10A pdC= 25KA, Curva C	
Alumbrado Soldaduras 3	4x1,5+1,5	17,29	5,20	Schneider Electric C60L 4P 10A pdC=25KA, Curva C	
Alumbrado Soldaduras 4	4x1,5+1,5	17,29	5,20	Schneider Electric C60L 4P 10A pdC= 25KA, Curva C	
Alumbrado emergencia Soldaduras 1	2x1,5+1,5	17,29	0,42	Schneider Electric C60L 2P 6A pdC= 25KA, Curva C	
Alumbrado Soldaduras 5	4x1,5+1,5	17,29	6,24	Schneider Electric C60L 4P 10A pdC= 25KA, Curva C	Schneider Electric ID 4P 63A 30mA 300ms
Alumbrado Soldaduras 6	4x1,5+1,5	17,29	6,24	Schneider Electric C60L 4P 10A pdC= 25KA, Curva C	
Alumbrado Soldaduras 7	4x1,5+1,5	17,29	6,24	Schneider Electric C60L 4P 10A pdC= 25KA, Curva C	
Alumbrado Soldaduras 8	4x1,5+1,5	17,29	6,24	Schneider Electric C60L 4P 10A pdC= 25KA, Curva C	
Alumbrado emergencia Soldaduras 2	2x1,5+1,5	17,29	0,42	Schneider Electric C60L 2P 6A pdC= 25KA, Curva C	
Cuadros auxiliares Tomas de Corriente 1	4x50+25	17,29	96,37	Schneider Electric NGN125N 4P 100A pdC= 25KA , Curva C	Schneider Electric VIGI NG125 4P 125 A 300mA 300ms
Cuadros auxiliares Tomas de Corriente 2	4x50+25	17,29	96,37	Schneider Electric NGN125N 4P 100A pdC= 25KA, Curva C	Schneider Electric VIGI NG125 4P 125 A 300mA 300ms



Blindobarra 1 800 A:

LINEA BLINDOBARRA 1 800A				
LINEA	DATOS DE LA LÍNEA			PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA
	CABLE (mm ²)	I _{cc} máxima (KA)	In (A)	DISPOSITIVO
Soldadura VW 120 Up RHD	4x35+16	16,09	121,18	Fusible Telergon Serie NV Gg 4P 160A
Soldadura VW 120 Up LHD 1	4x35+16	16,09	121,18	Fusible Telergon Serie NV Gg 4P 125A
Soldadura Fiat Control Arm 330	4x35+16	16,09	115,99	Fusible Telergon Serie NV Gg 4P 125A
Assembly Bushing Fiat Control Arm	4x2,5+2,5	16,09	9,12	Fusible Telergon Serie NV Gg 4P 16A
Soldadura PSA Subframe	4x50+25	16,09	152,47	Fusible Telergon Serie NV Gg 4P 160A



Blindobarra 2 800 A:

LINEA BLINDOBARRA 2 800A				
LINEA	DATOS DE LA LÍNEA			PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA
	CABLE (mm ²)	I _{cc} máxima (KA)	In (A)	DISPOSITIVO
Soldadura VW 120 Up LHD 2	4x35+16	16,09	121,18	Fusible Telergon Serie NV Gg 4P 125A
Soldadura VW 120 Up RHD Assembly Tucker	4x16+16	16,09	61,61	Fusible Telergon Serie NV Gg 4P 125A
Soldadura Audi Front Rear	4x25+16	16,09	97,94	Fusible Telergon Serie NV Gg 4P 125A
Soldadura Audi Front Bumper	4x25+16	16,09	97,94	Fusible Telergon Serie NV Gg 4P 80A
Soldadura PSA A9 Bumper 1	4x25+16	16,09	86,50	Fusible Telergon Serie NV Gg 4P 100A
Soldadura PSA A9 Bumper 2	4x25+16	16,09	86,50	Fusible Telergon Serie NV Gg 4P 100A



Cuadro auxiliar tomas de corriente 3:

CUADROS AUXILIARES TOMAS DE CORRIENTE 3					
LÍNEA	DATOS DE LA LÍNEA			PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA	PROTECCIÓN DIFERENCIAL
	CABLE (mm ²)	I _{cc} máxima (KA)	In (A)	DISPOSITIVO	DISPOSITIVO
Toma Trifásica 7	4x2,5+2,5	17,29	32	Schneider Electric C60N 4P 32A pdC= 10KA, Curva C	Schneider Electric ID 4P 63A 30mA 300ms
Toma Monofásica 13	2x2,5+2,5	17,29	16	Schneider Electric C60N 2P 16A pdC= 10KA, Curva C	
Toma Monofásica 14	2x2,5+2,5	17,29	16	Schneider Electric C60N 2P 16A pdC= 10KA, Curva C	Schneider Electric ID 4P 63A 30mA 300ms
Toma Trifásica 8	4x2,5+2,5	17,29	32	Schneider Electric C60N 4P 32A pdC=10KA, Curva C	
Toma Monofásica 15	2x2,5+2,5	17,29	16	Schneider Electric C60N 2P 16A pdC= 10KA, Curva C	Schneider Electric ID 4P 63A 30mA 300ms
Toma Monofásica 16	2x2,5+2,5	17,29	16	Schneider Electric C60N 2P 16A pdC= 10KA, Curva C	
Toma Trifásica 9	4x2,5+2,5	17,29	32	Schneider Electric C60N 4P 32A pdC= 10KA, Curva C	Schneider Electric ID 4P 63A 30mA 300ms
Toma Monofásica 17	2x2,5+2,5	17,29	16	Schneider Electric C60N 2P 16A pdC= 10KA, Curva C	
Toma Monofásica 18	2x2,5+2,5	17,29	16	Schneider Electric C60N 2P 16A pdC= 10KA, Curva C	



Cuadro auxiliar tomas de corriente 4:

CUADROS AUXILIARES TOMAS DE CORRIENTE 4					
LÍNEA	DATOS DE LA LÍNEA			PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA	PROTECCIÓN DIFERENCIAL
	CABLE (mm²)	I_{cc} máxima (KA)	In (A)	DISPOSITIVO	DISPOSITIVO
Toma Trifásica 10	4x2,5+2,5	17,29	32	Schneider Electric C60N 4P 32A pdC= 10KA, Curva C	Schneider Electric ID 4P 63A 30mA 300ms
Toma Monofásica 19	2x2,5+2,5	17,29	16	Schneider Electric C60N 2P 16A pdC= 10KA, Curva C	
Toma Monofásica 20	2x2,5+2,5	17,29	16	Schneider Electric C60N 2P 16A pdC= 10KA, Curva C	
Toma Trifásica 11	4x2,5+2,5	17,29	32	Schneider Electric C60N 4P 32A pdC=10KA, Curva C	Schneider Electric ID 4P 63A 30mA 300ms
Toma Monofásica 21	2x2,5+2,5	17,29	16	Schneider Electric C60N 2P 16A pdC= 10KA, Curva C	
Toma Monofásica 22	2x2,5+2,5	17,29	16	Schneider Electric C60N 2P 16A pdC= 10KA, Curva C	
Toma Trifásica 12	4x2,5+2,5	17,29	32	Schneider Electric C60N 4P 32A pdC= 10KA, Curva C	Schneider Electric ID 4P 63A 30mA 300ms
Toma Monofásica 23	2x2,5+2,5	17,29	16	Schneider Electric C60N 2P 16A pdC= 10KA, Curva C	
Toma Monofásica 24	2x2,5+2,5	17,29	16	Schneider Electric C60N 2P 16A pdC= 10KA, Curva C	



4.- Cuadro Auxiliar 3:

CUADRO AUXILIAR 3					
LÍNEA	DATOS DE LA LÍNEA			PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA	PROTECCIÓN DIFERENCIAL
	CABLE (mm²)	I_{cc} máxima (KA)	I_n (A)	DISPOSITIVO	DISPOSITIVO
Cabecera	4x50+25	7,32	109	Interruptor en carga Interpact INS 125A 5P	-
Compresor 1	4x25+16	7,32	78,2	Schneider Electric C120N 4P 80A pdC= 10KA, Curva D	Schneider Electric VIGI C120 4P 125A 300mA 300ms
Compresor 2	4x25+16	7,32	78,2	Schneider Electric C120N 4P 80A pdC= 10KA, Curva D	Schneider Electric VIGI C120 4P 125A 300mA 300ms
Alumbrado Compresores	2x1,5+1,5	7,32	1,82	Schneider Electric C60N 2P 16A pdC= 10KA, Curva C	Schneider Electric ID 2P 40A 30mA 300ms
Alumbrado emergencia Compresores	2x1,5+1,5	7,32	0,07	Schneider Electric C60N 2P 10A pdC= 10KA, Curva C	
T. de corriente monofásicas	2x2,5+2,5	7,32	16	Schneider Electric C60N 2P 6A pdC= 10KA, Curva C	



5.- Cuadro Auxiliar 4:

CUADRO AUXILIAR 4					
LÍNEA	DATOS DE LA LÍNEA			PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA	PROTECCIÓN DIFERENCIAL
	CABLE (mm ²)	I _{cc} máxima (KA)	In (A)	DISPOSITIVO	DISPOSITIVO
Cabecera	4x50+25	5,07	102	Interruptor en carga Interpact INS 125A 5P	-
Rectificadora	4x2,5+2,5	5,07	3,02	Schneider Electric C60N 4P 16A pdC= 10KA, Curva D	Schneider Electric VIGI C60 4P 40A 300mA 300ms
Torno	4x2,5+2,5	5,07	15,3	Schneider Electric C60N 4P 16A pdC= 10KA, Curva D	Schneider Electric VIGI C60 4P 40A 300mA 300ms
Fresadora	4x2,5+2,5	5,07	1,01	Schneider Electric C60N 4P 16A pdC= 10KA, Curva D	Schneider Electric VIGI C60 4P 40A 300mA 300ms
Muelle 1	4x2,5+2,5	5,07	2,95	Schneider Electric C60N 4P 16A pdC= 10KA, Curva D	Sneider Electric ID 4P 40A 300mA 300ms
Muelle 2	4x2,5+2,5	5,07	2,95	Schneider Electric C60N 4P 16A pdC= 10KA, Curva D	
Puerta rápida	4x2,5+2,5	5,07	2,21	Schneider Electric C60N 4P 16A pdC= 10KA, Curva D	Schneider Electric VIGI C60 4P 40A 300mA 300ms
Alumbrado Matricería 1	4x2,5+2,5	5,07	7,27	Schneider Electric C60N 2P 10A pdC= 10KA, Curva C	Schneider Electric ID 4P 40A 30mA 300ms
Alumbrado Matricería 2	4x2,5+2,5	5,07	7,27	Schneider Electric C60N 2P 10A pdC= 10KA, Curva C	
Alumbrado Matricería 3	4x2,5+T2,5	5,07	7,27	Schneider Electric C60N 2P 10A pdC= 10KA, Curva C	



Alumbrado emergencia Matrickería	2x1,5+1,5	5,07	0,46	Schneider Electric C60N 2P 10A pdC= 10KA, Curva C	
Alumbrado Oficina Matrickería	2x1,5+1,5	5,07	3,38	Schneider Electric C60N 2P 16A pdC= 10KA, Curva C	Schneider Electric ID 4P 40A 30mA 300ms
Alumbrado emergencia Oficina Matrickería	2x1,5+1,5	5,07	0,07	Schneider Electric C60N 2P 10A pdC= 10KA, Curva C	
Tomas de corriente monofásicas Oficina Matrickería	2x2,5+2,5	5,07	16	Schneider Electric C60N 2P 6A pdC= 10KA, Curva C	
Cuadros auxiliares Tomas de Corriente 5	4x25+16	5,07	64,2	Schneider Electric C120N 4P 80A pdC= 10KA, Curva C	



Cuadro auxiliar tomas de corriente 5:

CUADROS AUXILIARES TOMAS DE CORRIENTE 5					
LÍNEA	DATOS DE LA LÍNEA			PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA	PROTECCIÓN DIFERENCIAL
	CABLE (mm²)	I_{cc} máxima (KA)	In (A)	DISPOSITIVO	DISPOSITIVO
Toma Trifásica 13	4x2,5+2,5	5,07	32	Compact de Schneider Electric C60N 4P 32A pdC= 10KA, Curva C	
Toma Monofásica 25	2x2,5+2,5	5,07	16	Compact de Schneider Electric C60N 2P 16A pdC= 10KA, Curva C	Schneider Electric ID 4P 63A 30mA 300ms
Toma Monofásica 26	2x2,5+2,5	5,07	16	Compact de Schneider Electric C60N 2P 16A pdC= 10KA, Curva C	
Toma Trifásica 14	4x2,5+2,5	5,07	32	Compact de Schneider Electric C60N 4P 32A pdC= 10KA, Curva C	
Toma Monofásica 27	2x2,5+2,5	5,07	16	Compact de Schneider Electric C60N 2P 16A pdC= 10KA, Curva C	Schneider Electric ID 4P 63A 30mA 300ms
Toma Monofásica 28	2x2,5+2,5	5,07	16	Compact de Schneider Electric C60N 2P 16A pdC= 10KA, Curva C	



6.- Cuadro Auxiliar 5:

CUADRO AUXILIAR 5					
LÍNEA	DATOS DE LA LÍNEA			PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA	PROTECCIÓN DIFERENCIAL
	CABLE (mm²)	I_{cc} máxima (KA)	I_n (A)	DISPOSITIVO	DISPOSITIVO
Cabecera	4x10+10	5,07	25,2	Interruptor en carga Interpact INS 40A 5P	-
Alumbrado Oficina Producción y Oficina Logística	2x1,5+1,5	5,07	4,51	Schneider Electric C60N 2P 10A pdC= 10KA, Curva C	Schneider Electric ID 2P 40A 30mA 300ms
Alumbrado Oficina Calidad y Oficina Ingeniería	2x1,5+1,5	5,07	5,63	Schneider Electric C60N 2P 10A pdC= 10KA, Curva C	
Alumbrado emergencia oficinas Producción, Logística, Calidad e Ingeniería	2x1,5+1,5	5,07	0,28	Schneider Electric C60N 2P 10A pdC= 10KA, Curva C	
Alumbrado Sala reuniones y Administración	2x1,5+1,5	5,07	5,63	Schneider Electric C60N 2P 10A pdC= 10KA, Curva C	Schneider Electric ID 2P 40A 30mA 300ms
Alumbrado Recepción y Pasillos	2x1,5+1,5	5,07	3,24	Schneider Electric C60N 2P 10A pdC= 10KA, Curva C	
Alumbrado Aseos	2x1,5+1,5	5,07	1,10	Schneider Electric C60N 2P 10A pdC= 10KA, Curva C	



Alumbrado emergencia Sala reuniones, Administración, Recepción, Pasillos y Aseos	2x1,5+1,5	5,07	0,56	Schneider Electric C60N 2P 6A pdC= 10KA, Curva C	
Tomas de corriente monofásicas Oficina Producción y Oficina Logística	2x2,5+2,5	5,07	16	Schneider Electric C60N 2P 16A pdC= 10KA, Curva C	Schneider Electric ID 2P 40A 30mA 300ms
Tomas de corriente monofásicas Oficina Calidad y Sala Reuniones	2x2,5+2,5	5,07	16	Schneider Electric C60N 2P 16A pdC= 10KA, Curva C	
Tomas de corriente monofásicas Ingeniería, Administración y Recepción	2x2,5+2,5	5,07	16	Schneider Electric C60N 2P 16A pdC= 10KA, Curva C	Schneider Electric ID 2P 40A 30mA 300ms
Tomas de corriente monofásicas Pasillos y Aseos	2x2,5+2,5	5,07	16	Schneider Electric C60N 2P 16A pdC= 10KA, Curva C	



7.- Cuadro Auxiliar 6:

CUADRO AUXILIAR 6					
LÍNEA	DATOS DE LA LÍNEA			PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA	PROTECCIÓN DIFERENCIAL
	CABLE (mm ²)	I _{cc} máxima (KA)	In (A)	DISPOSITIVO	DISPOSITIVO
Cabecera	4x6+6	2,34	24	Interruptor en carga Interpact INS 40A 5P	-
Alumbrado vestuario N°1	2x1,5+1,5	2,24	3,85	Schneider Electric C60N 4P 16A pdC= 10KA, Curva D	Schneider Electric VIGI C60 4P 40A 300mA 300ms
Alumbrado vestuario N°2	2x1,5+1,5	2,24	1,52	Schneider Electric C60N 4P 16A pdC= 10KA, Curva D	Schneider Electric VIGI C60 4P 40A 300mA 300ms
Alumbrado Acceso vestuarios y cuarto limpieza	2x1,5+1,5	2,24	2,60	Schneider Electric C60N 4P 16A pdC= 10KA, Curva D	Schneider Electric VIGI C60 4P 40A 300mA 300ms
Alumbrado Emergencia Vestuarios	2x1,5+1,5	2,24	0,63	Schneider Electric C60N 4P 16A pdC= 10KA, Curva D	Schneider Electric ID 4P 40A 300mA 300ms
Alumbrado zona duchas vestuario N°1	2x1,5+1,5	2,24	2,11	Schneider Electric C60N 4P 16A pdC= 10KA, Curva D	Schneider Electric VIGI C60 4P 40A 300mA 300ms



Alumbrado zona duchas vestuario N°2	2x1,5+1,5	2,24	1,27	Schneider Electric C60N 2P 10A pdC= 10KA, Curva C	Schneider Electric ID 4P 40A 30mA 300ms
Alumbrado emergencia vestuarios zona duchas	2x1,5+1,5	2,24	0,28	Schneider Electric C60N 2P 10A pdC= 10KA, Curva C	
Alumbrado cantina	2x1,5+1,5	2,24	0,94	Schneider Electric C60N 2P 10A pdC= 10KA, Curva C	
Alumbrado emergencia cantina	2x1,5+1,5	2,24	0,10	Schneider Electric C60N 2P 10A pdC= 10KA, Curva C	
Tomas de corriente monofásicas vestuario N°1	2x2,5+2,5	2,24	16	Schneider Electric C60N 2P 16A pdC= 10KA, Curva C	Schneider Electric ID 4P 40A 30mA 300ms
Tomas de corriente monofásicas vestuario N°2	2x2,5+2,5	2,24	16	Schneider Electric C60N 2P 10A pdC= 10KA, Curva C	
Tomas de corriente monofásicas Acceso vestuarios Y Cuarto Limpieza	2x2,5+2,5	5,07	16	Schneider Electric C60N 2P 6A pdC= 10KA, Curva C	
Tomas de corriente monofásicas cantina	2x2,5+2,5	5,07	16	Schneider Electric C120N 4P 80A pdC= 10KA, Curva C	Schneider Electric VIGI C120 4P 125A 300mA 300ms



1.7. COMPENSACIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA



1.7.1. INTRODUCCIÓN

Generalmente los receptores además de consumir energía activa, tienen un consumo de energía reactiva inductiva, representada por el factor de potencia. Un receptor funcionando con bajo factor de potencia consume una gran intensidad para una potencia activa determinada.

El factor de potencia depende únicamente de las características de los receptores y de su régimen de funcionamiento y es independiente del rendimiento propio de estos receptores. Los capacitores producen energía reactiva de sentido inverso a la consumida en la instalación. Además reducen los recargos eléctricos en la tarifa eléctrica, reduce las caídas de tensión, reduce la sección de los conductores, disminuyen las pérdidas y aumenta la potencia disponible de la instalación.

1.7.2. NECESIDAD DE COMPENSAR EL FACTOR DE POTENCIA

La intensidad que circula por una línea para suministrar una determinada potencia activa es inversamente proporcional al factor de potencia de la instalación.

En una línea trifásica, la intensidad de línea es

$$I_L = \frac{P}{\sqrt{3} * V_L * \cos \varphi}$$

donde

- I_L es la intensidad de línea en amperios.
- P es la potencia activa en vatios.
- V_L es la tensión de línea en voltios.
- $\cos \varphi$ es el factor de potencia.

Un factor de potencia bajo hace que la intensidad de línea sea elevada; ello provoca en la línea un aumento de la caída de tensión y de las pérdidas de energía por efecto Joule.

Un factor de potencia alto nos proporciona un ahorro importante en las facturas de electricidad y una optimización de la instalación eléctrica, ya que disminuye la caída de tensión en las líneas y el calentamiento de estas.



1.7.3. MÉTODOS DE COMPENSACIÓN

La compensación de la energía reactiva se puede realizar de forma directa actuando sobre la causa del bajo factor de potencia, es decir, procura en lo posible disminuir el consumo innecesario de energía reactiva actuando sobre los receptores de la instalación.

En este aspecto se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Correcta elección del equipo eléctrico.
- Evitar el funcionamiento en vacío o cargas reducidas de los motores eléctricos.
- Reemplazar los motores defectuosos.
- Desconectar los motores fuera de las horas de trabajo.

De forma indirecta y complementaria a lo señalado anteriormente, se puede compensar el consumo de la energía reactiva mediante el uso de elementos productores de energía reactiva capacitiva, compensando parcial o totalmente la energía inductiva consumida por los receptores.

Esos elementos productores de energía reactiva capacitiva, se componen generalmente de baterías de condensadores, cuya instalación puede realizarse de las siguientes maneras:

- En el inicio de la instalación, compensando la energía reactiva total de la instalación.
- En las derivaciones a cuadros secundarios, compensando la energía reactiva consumida por varios receptores.
- En bornes de cada receptor.

En general se utiliza la primera opción, con conexión de la batería de condensadores en los bornes del cuadro general de baja tensión, y se puede efectuar de dos maneras:

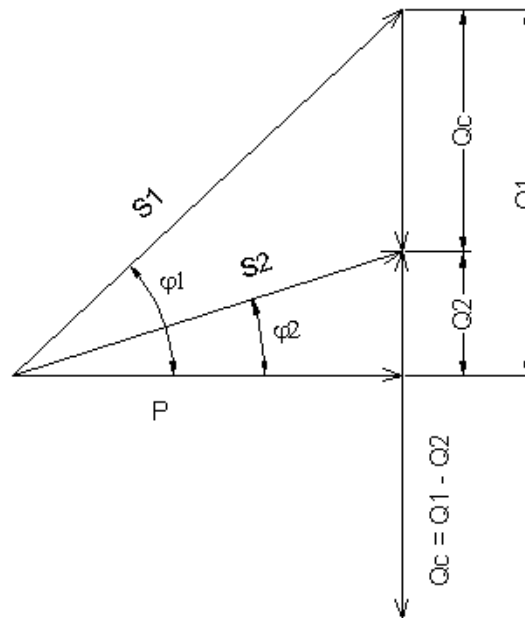
- Por compensación automática, mediante un dispositivo automático regulador, medidor del factor de potencia, que conecta o desconecta escalones de baterías de condensadores según el factor de potencia del conjunto de la instalación. Los aparatos de maniobra pueden ser contactores o interruptores estáticos a base de tiristores, que realizan la conexión de los distintos tramos de baterías de condensadores según la señal que reciben del regulador.



- Por una batería de condensadores de capacidad fija. En este caso la potencia reactiva de la batería en kVAr, no debe sobrepasar el 15% de la potencia nominal en kVA del transformador situado en el centro de transformación que alimenta la instalación, para evitar posibles elevaciones de tensión en caso de funcionamiento en vacío o con muy poca carga.

1.7.4. CÁLCULO DE LA POTENCIA REACTIVA

El cálculo de la potencia reactiva Q_c de una batería de condensadores para corregir el factor de potencia de un receptor de potencia activa P , desde un valor de $\cos \varphi_1$ a otro $\cos \varphi_2$, se hace según el triangulo de potencias representado.



La potencia reactiva inicial de la instalación es $Q_1 = P * tg \varphi_1$

La potencia reactiva final después de conectar los condensadores es $Q_2 = P * tg \varphi_2$

Por tanto, la potencia reactiva compensada por los condensadores será:

$$Q_c = Q_1 - Q_2 = P(tg \varphi_1 - tg \varphi_2)$$

Los cálculos realizados para la obtención de la energía reactiva a compensar se exponen en el documento cálculos.



1.7.5. SOLUCIÓN ADOPTADA

Se compensará la energía reactiva en el secundario del transformador mediante una batería de condensadores de valor fijo.

Se instalará en el cuadro de baja tensión del centro de transformación una batería de condensadores de 100 kVAr Varplus 400V estándar de Schneider Electric que irá protegida por el interruptor automático de dicho cuadro.

La sección del conductor que alimenta la batería fija será de $3 \times 70 \text{ mm}^2$, y el conjunto irá protegido por un interruptor magnetotérmico situado en el cuadro baja tensión del centro de transformación Schneider electric tetrapolar de 250 amperios y poder de corte de 50 kA.

Se compensará la energía reactiva global de la instalación, mediante la colocación de una batería de condensadores automática Rectimat 2 estándar 400V de 480 kAVr, repartidos en 2 bloques de 30 kVAr, un bloque de 60 kVAr y 4 de 90 kVAr.

La sección del conductor que alimenta la batería será de $3 \times (4 \times 120) \text{ mm}^2$, y el conjunto irá protegido por un interruptor magnetotermico situado en el cuadro general de distribución Schneider electric de 1250 amperios y poder de corte de 50 kA.



1.8. PUESTA A TIERRA



1.8.1. INTRODUCCIÓN

Se denomina ‘puesta a tierra’ a la conexión metálica de uno o varios puntos de una instalación a uno o varios electrodos enterrados, con el fin de permitir el paso a tierra de corrientes de fallo o descargas atmosféricas, evitando además que existan tensiones peligrosas entre la instalación y superficies próximas al terreno.

1.8.2. OBJETO DE LA PUESTA A TIERRA

Las puestas a tierra se establecen con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados (ITC-BT-018)

1.8.3. PARTES DE UNA PUESTA A TIERRA

La puesta a tierra se divide en varias partes:

- *Toma de tierra*, formada por:
 - *Electrodo*, que es una masa metálica en contacto con el terreno. Si es un elemento existente y está colocado para otros fines se llama natural y si está colocado exclusivamente para toma de tierra se llama artificial. Por lo general se emplean electrodos artificiales en forma de anillo, mallas metálicas, picas o placas metálicas.
 - *Líneas de enlace con tierra*, formadas por conductores que unen el electrodo o conjunto de ellos, con el punto de puesta a tierra.
 - *Punto de puesta a tierra*, que situado fuera del terreno, sirve de unión entre la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra.
- *Línea principal de tierra*, que es la parte del circuito de puesta a tierra del edificio, que está formado por conductores que parten del punto o puntos de puesta a tierra y conecta con las derivaciones necesarias para la puesta a tierra de todas las masas.

Se dimensionará para la máxima corriente de falta que se prevea, y tendrá una sección mínima de 16 mm^2 .

- *Derivaciones de la línea principal de tierra*, que estarán compuestas por conductores de cobre de sección $2,5 \text{ mm}^2$ si disponen de una protección mecánica y 4 mm^2 si no disponen de protección mecánica.



- *Conductores de protección*, que son conductores de cobre encargados de unir eléctricamente las masas de la instalación con las derivaciones de la línea principal de tierra.
- *El terreno*, desde el punto de vista eléctrico, se considera como el elemento encargado de disipar las corrientes de defecto o las descargas atmosféricas.

El frente a estas corrientes de defecto viene determinado por su resistividad, que como característica de todo material, nos da una idea de la resistencia que ofrece al ser atravesado por una corriente eléctrica. A menor resistividad, la corriente eléctrica circulará con mayor facilidad.

La resistividad del terreno se mide en ohmios por metro, y depende de la composición y configuración del mismo.

1.8.4. ELEMENTOS A CONECTAR A LA TOMA DE TIERRA

Se conectarán a la instalación de puesta a tierra de la nave, los elementos metálicos o susceptibles de ponerse en tensión, con el objeto de conseguir una red equipotencial dentro del edificio y en contacto íntimo con tierra.

Según las Norma Tecnológicas de la Edificación, deberán conectarse a tierra:

- Las instalaciones de fontanería, gas y calefacción, depósitos, calderas, etc.
- Guías metálicas de los aparatos elevadores.
- La Caja General de Protección.
- Instalaciones de pararrayos.
- Instalaciones de antenas colectivas de televisión y radio.
- Redes equipotenciales de cuarto de baño, que unan enchufes eléctricos y masas metálicas.
- Toda masa o elemento metálico significativo.
- Estructuras metálicas y armaduras de muros y soportes de hormigón.



1.8.5. CONSIDERACIONES PARA EL CÁLCULO. LOCALES HÚMEDOS

Atendiendo a los diferentes tipos de instalaciones (local seco o húmedo) y valores de la tensión de contacto límite convencional, y el nivel de sensibilidad de los diferenciales instalados, las máximas resistencias que deben presentar las líneas desde el punto de conexión de las masas hasta la tierra es:

- En locales húmedos, para una tensión de contacto límite convencional de 24 voltios, y con diferenciales de 30 miliamperios de sensibilidad:

$$R_A = \frac{U}{I_a} = \frac{24}{0,03} = 800\Omega$$

- En locales húmedos, para una tensión de contacto límite convencional de 24 voltios, y con diferenciales de 300 miliamperios de sensibilidad:

$$R_A = \frac{U}{I_a} = \frac{24}{0,3} = 80\Omega$$

- En locales húmedos, para una tensión de contacto límite convencional de 24 voltios, y con diferenciales de 500 miliamperios de sensibilidad:

$$R_A = \frac{U}{I_a} = \frac{24}{0,5} = 48\Omega$$

La resistencia máxima que debe tener la puesta a tierra de un receptor protegido por un interruptor diferencial de 0.5 amperios de sensibilidad para que la diferencia de potencial entre la masa y la tierra sea inferior a 24 voltios, es de 48 ohmios. Esto quiere decir que la suma de las resistencias del electrodo de puesta a tierra, línea principal de tierra, derivaciones y conductores de protección no será superior a 48 ohmios en el peor de los casos.



1.8.6. SOLUCIÓN ADOPTADA

El electrodo de puesta a tierra estará formado por un conductor de cobre de 50 mm² desnudo y enterrado a una profundidad de 0,8 metros. El conductor abarcará todo el perímetro de la fábrica un metro por el exterior, y en cada vértice tendrá una pica de acero recubierto de cobre de 14,6 mm de diámetro y 2 metros de longitud.

El número total de picas será 10, y toda la red estará unida al mallazo metálico de cimentación. Todas las uniones se realizarán mediante soldadura aluminotérmica.

Se dispondrá de un punto de puesta a tierra con arqueta de conexión. Está situado junto al cuadro general de distribución, será al que se conecte el conductor de tierra desde la línea principal de tierra, formada por conductor aislado de cobre de 50 mm², que será distribuido en las mismas canalizaciones que los conductores activos hasta la conexión con las masas de los receptores. Cada cuadro o caja de protecciones tendrá todas sus masas metálicas conectadas a su pletina de tierra.

Los conductores de tierra serán de cobre aislados, de color amarillo y verde, y su sección será la mitad de la sección de los conductores de fase cuando esta sea superior a 35 mm², igual a 16 mm² cuando la sección de los conductores de fase esté comprendida entre 16 y 35 mm², y e igual a la de los conductores de fase cuando esta sea inferior a 16 mm².

Además de las masas de los receptores, se pondrán a tierra todas las masas metálicas como armarios, puertas, marcos, etcétera. También se dispondrá de una tierra complementaria que unirá todos los depósitos de acero inoxidable entre ellos y los unirá a la red de tierras de la fábrica.

1.8.7. PUESTA A TIERRA DEL GRUPO ELECTROGENO

El electrodo de puesta a tierra de protección de la sala del grupo electrógeno estará enterrado a una profundidad de 0,8m y estará formado por 4 picas de acero recubierto de cobre de 2m de longitud y Ø14mm, unidas entre sí mediante cable de cobre desnudo de sección 50mm² en el perímetro de la sala. El electrodo de puesta a tierra de protección de la sala del grupo electrógeno quedará unido al electrodo de puesta a tierra de protección del centro de transformación, con lo que conseguiremos mejorar el valor de puesta a tierra.

De acuerdo con la ITC-BT-40 el generador del grupo electrógeno dispondrá de una puesta a tierra para el neutro independiente de la puesta a tierra de protección y de la puesta a tierra de servicio del centro de transformación. Se dispondrá de una puesta a tierra del neutro del generador con la misma configuración que la puesta a tierra del neutro del transformador, siendo ambas puestas a tierra independientes y separadas entre sí debidamente.



1.9. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN



1.9.1. INTRODUCCIÓN

El Centro de Transformación proyectado para la fábrica estará situado en un edificio independiente destinado a alojar en su interior las instalaciones. El edificio quedará ubicado en la parte lateral de la nave. Su inaccesibilidad a las personas ajenas al servicio se garantizará por medio de una puerta metálica, provista de cierre por medio de candado o llave, que abrirá hacia el exterior de la misma.

La alimentación de todos los circuitos de la instalación se realizará a partir del centro de transformación propiedad de la empresa. En el se encuentran los elementos de unión entre la red de distribución y el transformador de potencia.

Al centro de transformación llegará la acometida de alta tensión a 13,2 kV subterránea, y en el se dispondrán los elementos necesarios y exigidos por la reglamentación vigente.

La instalación quedará cubierta y bien dimensionada bajo un centro de transformación de 1600 Kvas.

La ubicación del centro de transformación queda representada en el plano N° 2.

1.9.2. REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES.

Para el cálculo y diseño del centro de transformación se tendrán en cuenta las disposiciones recogidas en:

- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas y Centros de Transformación, e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 3.275/82, de 12 de noviembre de 1982).
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto de 2002).
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica. (Real Decreto 1075/1986, de 2 de mayo de 1986).
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de Iberdrola.
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas.



1.9.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES.

La acometida al centro de transformación será subterránea, proveniente de una red de media tensión, y el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio trifásica de 13,2 kV y a frecuencia de 50 Hz.

Dadas las características de ubicación de la parcela en la que se emplazará la fábrica, la empresa suministradora, Iberdrola, clasifica el centro de transformación objeto de estudio como centro de transformación de abonado en punta. Por lo que se considerará la llegada de una única línea de media tensión, y no será necesaria la instalación de una celda de salida.

Se emplearán celdas modulares de la serie SM6 de Schneider Electric de 24 kV, equipadas con apartamento fija, bajo envoltente metálica, que utiliza el hexafluoruro de azufre (SF6) como aislante y agente de corte en los aparatos siguientes:

- Interruptor-seccionador.
- Interruptor automático.
- Seccionador de puesta a tierra.

Responden, en su concepción y fabricación, a la definición de apartamento bajo envoltente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE EN-60298.

Las características eléctricas más destacables de las celdas SM6 son:

- Tensión de aislamiento/seccionamiento a 50Hz/1mn: 50/60 kV.
- Tensión de aislamiento/seccionamiento tipo rayo: 125/145 kV cresta.
- Intensidad admisible de corta duración (1s): 24 kA.
- Valor de cresta de la intensidad admisible asignada: 60 kA.
- Intensidad asignada: 400-630 A.

1.9.4 OBRA CIVIL

El centro de transformación estará ubicado en un edificio independiente destinado únicamente a tal efecto. El acceso al mismo estará restringido al personal de la compañía eléctrica suministradora (Iberdrola) y al personal de mantenimiento especialmente autorizado.

El edificio del centro de transformación será una caseta compacta de construcción prefabricada de hormigón, modelo EHC-4 T1D de Schneider Electric, de dimensiones 4830x2500 mm y altura útil de 2535 mm. Para su instalación será necesario excavar un foso de dimensiones 5,5x3,5 metros, en el que se dispondrá un lecho de arena lavada y nivelada de 150 mm como mínimo. Una vez colocado el lecho de arena, la altura de la excavación será de 0,55 m.



Las características más destacadas del edificio prefabricado de hormigón de la serie EHC son:

- *Compacidad:* Se montan enteramente en fábrica, lo que supone garantía de calidad desde el origen, reducción del tiempo de instalación y posibilidad de cambio de ubicación.
- *Facilidad de instalación:* No necesita cimentación y el montaje en fábrica permite asegurar una cómoda y fácil instalación.
- *Equipotencialidad:* La propia armadura de mallazo electrosoldado garantizará la perfecta equipotencialidad de todo el prefabricado. Las puertas y rejillas de ventilación no estarán conectadas al sistema equipotencial. Entre la armadura equipotencial, embebida en el hormigón, y las puertas y rejillas existe una resistencia eléctrica superior a 10.000 ohmios.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial será accesible desde el exterior.

- *Impermeabilidad:* Los techos están diseñados de tal forma que se impidan las filtraciones y la acumulación de agua sobre éstos, desaguando directamente al exterior desde su perímetro.
- *Ventilación:* Las rejillas de ventilación están diseñadas y dispuestas adecuadamente para permitir la refrigeración natural de los transformadores (hasta 1600 kVA UNESA), conforme al ensayo de ventilación de la RU 1303A.

Se dispone de sistema de ventilación forzada (incorporación de extractores) para aquellos casos en que no sea suficiente con la ventilación natural.

- *Grados de protección según UNE 20324:* El grado de protección de la parte exterior es IP239, excepto en las rejillas de ventilación donde el grado de protección es IP339.
- *Fabricación:* El material empleado es hormigón armado de características óptimas de resistencia característica (superior a 250 kg/cm²) y una perfecta impermeabilización.

Los componentes principales que formarán el edificio prefabricado son:

- *Envolvente:* La envolvente (base, paredes y techos) de hormigón armado se fabrica de tal manera que se carga sobre camión como un solo bloque en la fábrica. Estará diseñada de tal forma que se garantizará una total impermeabilidad y equipotencialidad del conjunto, así como una elevada resistencia mecánica.



En la base de la envolvente irán dispuestos, tanto en el lateral como en la solera, los orificios para la entrada de cables de Alta y Baja Tensión. Estos orificios son partes debilitadas del hormigón que se deberán romper (desde el interior del prefabricado) para realizar la acometida de cables.

- *Suelos:* Están constituidos por elementos planos prefabricados de hormigón armado apoyados en un extremo sobre unos soportes metálicos en forma de U, los cuales constituirán los huecos que permitirán la conexión de cables en las celdas. Los huecos que no queden cubiertos por las celdas o cuadros eléctricos se tapanán con unas placas fabricadas para tal efecto. En la parte frontal se dispondrán unas placas de peso reducido que permitirán el acceso de personas a la parte inferior del prefabricado a fin de facilitar las operaciones de conexión de los cables.

- *Cuba de recogida de aceite:* La cuba de recogida de aceite se integrará en el propio diseño del hormigón. Tendrá una capacidad de 760 litros, estando así diseñada para recoger en su interior todo el aceite del transformador sin que éste se derrame por la base. En la parte superior irá dispuesta una bandeja apagafuegos de acero galvanizado perforada y cubierta por grava.

- *Rejillas de ventilación:* Estarán construidas en chapa de acero galvanizado recubierta con película de pintura epoxy poliéster RAL 5003. Estarán provistas de una tela metálica mosquitera.

- *Puertas de acceso:* Estarán construidas en chapa de acero galvanizado recubierta con película de pintura epoxy poliéster RAL 5003. Las puertas frontales peatonales permiten una luz de acceso de 1300 mm de ancho y 2100 mm de alto. Las puertas de acceso al transformador sólo se pueden abrir desde el interior y tienen la misma luz de apertura que las peatonales.

- *Mallas de protección del transformador:* Unas rejas metálicas impiden el acceso directo a la zona del transformador desde el interior del prefabricado.

Las dimensiones y características más importantes del edificio prefabricado del centro de transformación se representan en el plano N° 11.

1.9.5. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

La red de alimentación al centro de transformación será de tensión trifásica de 13,2 kV y a 50 Hz de frecuencia, y la acometida será subterránea. La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 500 MVA, según datos proporcionados por la compañía suministradora.



1.9.5.1. CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN

De forma general, los diferentes elementos que constituyen las instalaciones de los centros de transformación son: interruptores, seccionadores, barras colectoras, transformadores de medida, transformadores de potencia, etc.

Estos elementos se montan en celdas, y en cada una de ellas se agrupan los correspondientes a cada circuito, como son los de entrada y/o salida de línea o los correspondientes a la protección de transformador o total del centro. También se agrupan funciones, como la medida de la energía.

De forma particular para este centro de transformación, las características eléctricas generales comunes a todas las celdas de la gama SM6 de Schneider Electric empleadas son las siguientes:

- Tensión asignada: 24 kV
- Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra:
a frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto: 50 kV
a impulso tipo rayo: 125 kV cresta
- Intensidad admisible de corta duración (1s): 24 kA.
- Valor de cresta de la intensidad admisible asignada: 60 kA.
- Intensidad asignada en funciones de línea: 400 A
- Intensidad asignada en interruptor automático: 400 A

Las celdas empleadas tendrán interruptor-seccionador y estarán divididas en 5 compartimentos:

- *Aparamenta:* Interruptor-seccionador y seccionador de puesta a tierra en el interior de un cárter relleno de SF6 y sellado de por vida.
- *Juego de barras:* Barras que permiten extensión a voluntad y conexión con celdas existentes.
- *Conexión:* Accesibilidad por la parte frontal sobre los bornes inferiores de conexión del interruptor y seccionador de puesta a tierra.
- *Mandos:* Contiene los mecanismos que permiten maniobrar el interruptor y el seccionador de puesta a tierra, el indicador de posición mecánica y el bloque de lámparas de presencia de tensión.
- *Control:* Permite la instalación de un regletero de bornas, de fusibles de baja tensión y de relés de poco volumen.

El centro de transformación constará de celda de entrada, celda de protección, celda de medida, cuadro de contadores, cuadro de baja tensión y transformador.

Atendiendo a este criterio se dispondrán:



1.9.5.1.1. Celda de entrada de línea:

Es la encargada de recibir el conductor que alimenta el centro de transformación, está equipada con interruptor de corte en carga y seccionador de puesta a tierra. La celda de llegada de línea de interruptor modelo IM con salida lateral superior por barras a izquierda, de dimensiones 750 mm de ancho, 1600 mm de alto y 946 mm de profundidad. Tensión asignada de 24 kV y límite térmico de 20 kA.

Equipamiento:

- Interruptor seccionador (SF6) de 400 A.
- Seccionador de puesta a tierra (SF6).
- Juego de barras tripolar para entrada.
- Juego de barras tripolar para salida.
- Mando CIT manual.
- Dispositivo con bloque de 3 lámparas de presencia de tensión.
- Enclavamientos por cerradura.
- Zócalo metálico de 350mm.

1.9.5.1.2. Celda de protección de máquina o de transformador:

Corresponde con la protección individual del transformador, generalmente se realiza con interruptor y fusibles de a.p.r combinados, o bien, por interruptor automático, gobernados éstos, bien por relés directos o por relés indirectos en función de las intensidades aportadas por los transformadores de intensidad.

En este caso la solución adoptada será una Celda de protección con interruptor automático de protección general con entrada lateral superior por barras de derecha, modelo DM1-C, de dimensiones 1500 mm de ancho, 1600 mm de alto y 1018 mm de profundidad. Tensión asignada de 24 kV y límite térmico de 20 kA. Equipamiento:

- Seccionador en SF6 con mando CS1
- Disyuntor tipo SFSET 400A en SF6 con mando RI manual
- Captadores de intensidad
- Juego de barras tripolar.
- Mando interruptor automático RI manual.
- Mando seccionador CS1 manual dependiente, con enclavamiento por cerradura.
- Relé VIP 40 para protección indirecta y enclavamientos
- Seccionador de puesta a tierra inferior.
- Dispositivo con bloque de 3 lámparas de presencia de tensión.
- Bornes para conexión de cable seco unipolar de sección igual o inferior a 150 mm².
- Zócalo metálico de 350mm



1.9.5.1.3. Celda de medida:

Compuesta por 3 transformadores de intensidad y 3 de tensión. El equipo de medida compuesto por los contadores, placas de comprobación y reloj se encuentran situados fuera de la celda para evitar riesgos al personal que realiza su lectura.

En nuestro caso, se elegirá una Celda de medida de tensión e intensidad con entrada inferior lateral por barras y salida inferior por cable, modelo GBC2C, de dimensiones 1500 mm de ancho, 1600 mm de alto y 1018 mm de profundidad. Tensión asignada de 24 kV y límite térmico de 20 kA. Equipamiento:

- 3 transformadores de intensidad 75/5 A, 15 VA Clase 0,5.
- 3 transformadores de tensión bipolares 13200-22000/110 V, 50 VA Clase 0,5.
- Bornes para conexión de cable seco unipolar de sección igual o inferior a 150 mm².
- Zócalo metálico de 350mm.

1.9.5.1.4. Cuadro de contadores:

Se conectará al secundario de los transformadores de intensidad y de tensión de la celda de medida. Estará formado por un armario de doble aislamiento de dimensiones 750 mm de alto, 500 mm de ancho y 350 mm de profundidad, y en su interior alojará los siguientes elementos:

- Regleta de verificación normalizada por la Compañía Suministradora.
- Contador tarifador electrónico multifunción

1.9.5.1.5. Emplazamiento del transformador:

Punto donde se coloca el transformador de potencia. Deberá estar protegido por tabiques o muros, que impida la proyección de material y aceite al resto de las instalaciones, en caso de proyección de los mismos.

De igual forma deberá preverse la recogida de aceite en caso de accidente.

En el presente proyecto el transformador será una máquina trifásica reductora de tensión, siendo la tensión entre fases en el primario de 13,2 kV y la tensión en el secundario en carga de 400 V entre fases y 230 V entre fase y neutro. Tendrá el neutro accesible en baja tensión y será de refrigeración natural y de aislamiento seco encapsulado de la marca Schneider Electric

Este tipo de transformador está fabricado con los bobinado encapsulados y moldeados al vacío en una resina epoxy que contiene una carga activa. Esta carga, compuesta esencialmente de alúmina trihidratada Al (OH)³.



Las características más relevantes del transformador son las siguientes:

- Potencia asignada 1600 kVA
- Tensión nominal primaria 13200/20000 V
- Tensión secundaria 400 V
- Regulación sin tensión +2,5%, +5%, +7,5%, +10%
- Pérdidas en vacío 3100 W
- Perdida debidas a la carga (75°C) 1400 W
- Tensión de cortocircuito 6%
- Rendimiento 75% carga 99,09% ($\cos \varphi = 1$)
- Grupo de conexión Dyn11

Dado que se prevé un coeficiente de simultaneidad en la fábrica para maquinaria y alumbrado del 100%, la potencia de consumo en condiciones normales de trabajo será de unos 1357 kVA, por lo que el transformador estará trabajando normalmente a menos del 85% de su capacidad.

El transformador estará protegido contra sobretemperaturas mediante un equipo de sondas PT100 de temperatura, termómetro digital MB103 y elemento disparador del interruptor automático de la celda de protección.

La conexión en el lado de alta tensión se realizará mediante un juego de puentes de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 240 mm² de aluminio, de intensidad admisible de 435A a 40°C, con sus correspondientes terminales de conexión.

La conexión en el lado de baja tensión se realizará al cuadro de baja tensión del centro de transformación, mediante cables de cobre RV-K 0,6/1Kv 4x (5x240) mm².

1.9.5.2. CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE BAJA TENSIÓN

Los aparatos de protección en la salida de baja tensión del centro de transformación estarán alojados en el cuadro general de distribución situado en el interior de la fábrica, a 15 metros del centro de transformación, como ya se ha indicado en el apartado 1.6. de este documento.

Sin embargo, se instalará un cuadro de baja tensión en el propio centro de transformación de dimensiones 2000x1450x600 mm, con sistema de embarrado compuesto por soporte horizontal tetrapolar con 4 barras, desde donde se tomarán y protegerán las líneas que alimentan a los receptores de alumbrado y tomas de corriente del centro de transformación y condensadores de compensación de energía reactiva del transformador y el inversor de redes.



1.9.5.3. PUESTA A TIERRA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Todo centro de transformación estará provisto de una instalación de puesta a tierra, con objeto de limitar las tensiones de defecto a tierra que puedan producirse en la propia instalación. Este sistema de puesta a tierra complementado con los dispositivos de interrupción de corriente, deberá asegurar la descarga a tierra de la intensidad homopolar de defecto, contribuyendo a la eliminación del riesgo eléctrico debido a la aparición de tensiones peligrosas en el caso de contacto con las masas puestas en tensión.

El diseño de la puesta a tierra del centro de transformación se efectuará mediante la aplicación del documento UNESA “Método de Cálculo y Proyecto de Instalaciones de Puesta a Tierra para Centros de Transformación conectados a Redes de Tercera Categoría”.

Se dispondrá por tanto de una puesta a tierra de protección a la que se conectarán, de acuerdo con la instrucción MIE-RAT 13, todas las partes metálicas de la instalación que no estén normalmente en tensión, pero puedan estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones.

1.9.5.3.1. Aspectos a tener en cuenta en el cálculo de las puestas a tierra:

- *Protección de las personas:*

La tensión de paso calculada será inferior o igual a la tensión de paso máxima admisible, y la tensión de contacto calculada será inferior o igual a la tensión de contacto máxima admisible.

Tensión máxima admisible aplicable al cuerpo humano, entre manos y pies:

$$V_{ca} = \frac{K}{t^n} \qquad V_{pa} = \frac{10K}{t^n}$$

donde:

V_{ca} es la tensión de contacto aplicada máxima en voltios.

V_{pa} es la tensión de paso aplicada máxima en voltios.

t es la duración de la falta en segundos.

K, n son constantes en función del tiempo.

$0,9 \text{ s} \geq t > 0,1 \text{ s}$	$K=72, n=1$
$3 \text{ s} \geq t > 0,9 \text{ s}$	$K=78,5, n=0,18$
$5 \text{ s} \geq t > 3 \text{ s}$	$V_{ca} = 64 \text{ V}$
$t > 5 \text{ s}$	$V_{ca} = 50 \text{ V}$

Teniendo en cuenta que el valor máximo de la tensión de contacto aplicada al cuerpo humano no supere el indicado en la expresión anterior para las tensiones de contacto (entre manos y pies), ni tampoco supere en 10 veces dicho valor para las tensiones de paso (con los pies separados 1 metro), se tiene que la tensión de paso y la de contacto son:



$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6\rho_s}{1000} \right) \quad V_c = \frac{K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{1,5\rho_s}{1000} \right)$$

Siendo:

- ρ_s la resistividad superficial del terreno.
- V_p la tensión de paso máxima admisible en la instalación en voltios.
- V_c la tensión de contacto máxima admisible en la instalación en voltios.

Se trata de comprobar mediante el empleo de un procedimiento de cálculo sancionado por la práctica, que los valores de las tensiones de paso (V_p) y de contacto (V_c) que se calculen en función del tipo de electrodo, de la corriente de puesta a tierra y de la resistividad del terreno, no superen los valores calculados en las fórmulas anteriores.

En el caso de que la resistividad superficial del terreno donde se apoya cada pie sea distinta (en el acceso a los centros de transformación, los pavimentos, interior y exterior, pueden ser de distinta composición), la tensión de paso máxima admisible que puede aparecer en una instalación y que no debe ser superada es:

$$V_{p(acc)} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3\rho_s + 3\rho'_s}{1000} \right)$$

Siendo:

ρ_s, ρ'_s las resistividades superficiales del terreno en el que se apoya cada pie.

$\rho'_s = 3.000 \text{ } \Omega \cdot \text{m}$ (resistividad del pavimento de hormigón que puede aparecer en la entrada a los centros de transformación).

- Protección de los bienes materiales:

El nivel de aislamiento de los elementos de baja tensión del centro de transformación deberá ser mayor o igual a la tensión de defecto:

$$V_d = R_t * I_d \quad V_{BT} \geq V_d$$

Donde:

- V_d es la tensión de defecto en voltios.
- V_{BT} es la tensión soportada a frecuencia industrial por la instalación de baja tensión del centro de transformación, en voltios.
- R_t es la resistencia del electrodo, en ohmios.
- I_d es la intensidad de defecto, en amperios.

Los valores normalmente utilizados para la tensión soportada por la instalación de baja tensión son: 4000, 6000, 8000 y 10000 voltios, siendo la recomendación UNESA de 10000 V.



Estos valores se pueden superar siempre que se justifique que los materiales tengan características dieléctricas superiores o se disponga de un transformador de separación de circuitos.

1.9.5.3.2. Solución adoptada:

Se dispondrá de una puesta a tierra de protección en forma de anillo alrededor del centro de transformación enterrado a 0,8 metros. El anillo estará configurado en forma de rectángulo de 6,0x3,5 m con conductor de cobre de sección 50 mm², en cuyos vértices se unirá una pica, instalándose un total de 4, de acero recubierto de cobre de 14 mm de diámetro y 2 m de longitud.

Se dispondrá además de una puesta a tierra de servicio en forma de anillo rectangular enterrado a 0,5 metros. El anillo será de 6,0x3,5 m con conductor de cobre de sección 50 mm², en cuyos vértices se unirá una pica, instalándose un total de 4, de acero recubierto

Se adoptarán las siguientes medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto exteriores e interiores:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro de transformación no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar sometidas a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso alrededor del centro de transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm conectado a la puesta a tierra de protección del centro de transformación.
- El suelo estará pintado por medio de pinturas aislantes.

La línea de tierra interior de protección se realizará con cable de 50 mm² de cobre desnudo formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados anteriormente e irá sujeto a las paredes a 2 m de altura mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento.

La línea de tierra interior de servicio se realizará con cable de 50 mm² de cobre aislado, que conectará a tierra el neutro del transformador y estará precedida por una caja de seccionamiento.



1.9.6. INSTALACIONES SECUNDARIAS

- Alumbrado:

En el interior del centro de transformación se instalará un mínimo un punto de luz capaz de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo. El nivel medio será de iluminación será como mínimo de 150 lux.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Además, se deberá poder efectuar la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

Se emplearán una luminaria estanca Philips Pacific TCW216 HF-P, IP66, montaje adosado, para 2 lámparas fluorescentes TL-D de 58W y equipo electrónico de alta frecuencia. Dimensiones 1600x140mm y 92mm de altura. Instalado adosado al techo y 4 lámparas fluorescentes de 58 W.

Se dispondrá también un punto de alumbrado de emergencia de carácter autónomo combinado que iluminará el acceso al centro de transformación.

- Tomas de corriente:

Se instalará en el interior del cuadro de baja tensión del centro de transformación una toma de corriente monofásica de 16 amperios.

- Baterías de condensadores:

La batería de condensadores se instalará en el interior del cuadro de baja tensión. Como ya se ha expuesto en el apartado referente a la corrección del factor de potencia, la energía reactiva del transformador se compensará mediante un bloque de condensadores de 100 kVAr.

- Protección contra incendios:

De acuerdo con la instrucción MIE RAT 14, se dispondrá como mínimo de un extintor de eficacia 89 B.



- Ventilación:

Dispondrá de 3 rejillas de ventilación para la entrada de aire situadas en el inferior de la parte lateral (de 2000x800mm), en la parte trasera (de 1300x800mm) y en la puerta del transformador (de 700x800mm); haciendo una superficie total entre ellas de 3,20 m², que es ligeramente superior a la necesaria. Para la salida de aire se dispone de 3 rejillas situadas en la parte superior lateral (de 2000x900mm), en la parte trasera (de 1300x900mm) y en la puerta del transformador (de 700x800mm); haciendo una superficie total de 3,53 m². Las rejillas de entrada y salida de aire irán situadas en las paredes a diferente altura, siendo la distancia medida verticalmente de separación entre los puntos medios de dichas rejillas de 2 m.

Estas rejillas estarán protegidas mediante una tela metálica con el fin de impedir el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentales con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas.

- Medidas de seguridad:

Las celdas SM6 disponen de enclavamientos funcionales que responden a la norma UNE-EN 60298.

En celdas con interruptor seccionador:

- El cierre del interruptor sólo es posible si el seccionador de puesta a tierra está abierto y el panel de acceso cerrado.
- El cierre del seccionador de puesta a tierra sólo es posible si el interruptor abierto.
- La apertura del panel de acceso al compartimento de conexión de cables sólo es posible si el seccionador de puesta a tierra está cerrado.
- El interruptor está enclavado en posición abierto cuando el panel de acceso se ha retirado; en esta posición el seccionador de puesta a tierra se puede abrir para realizar el ensayo de aislamiento del cable.

En celdas con interruptor automático:

- El cierre del seccionador sólo es posible si el interruptor automático está abierto y el panel de acceso cerrado.
- La apertura del panel de acceso al compartimento de conexión y aparamenta sólo es posible si:
 - El interruptor automático está abierto y enclavado.
 - El seccionador está abierto
 - El seccionador de puesta a tierra está cerrado.



1.10. PRESUPUESTO

El presupuesto total es de SEISCIENTOS TREINTA Y TRES MIL QUINIENTOS SESENTA Y TRES CON SETENTA Y UN CENTIMOS DE EURO.

TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	448.420,04 €
GASTOS GENERALES (6% P.E.M.)	26.905,20 €
BENEFICIO INDUSTRIAL (10% P.E.M.)	44.842,00 €
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	520.167,25 €
I.V.A. (16%)	83.226,76 €
HONORARIOS REDACCIÓN DE PROYECTO Y DIRECCIÓN DE OBRA (5% P.E.M.)	26.008,36 €
I.V.A. (16%)	4.161,34 €
TOTAL	633.563,71 €



1.11. BIBLIOGRAFÍA

- REGLAMENTACIÓN Y NORMATIVA:
 - REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN e INSTRUCCIONES TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS. (Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto de 2002).
 - REGLAMENTO DE ESTACIONES DE TRANSFORMACIÓN. (Orden de 23 de febrero de 1949).
 - REGLAMENTO SOBRE CONDICIONES TÉCNICAS Y GARANTÍAS DE SEGURIDAD EN CENTRALES ELÉCTRICAS Y CENTROS DE TRANSFORMACIÓN. (Real Decreto 3.275/82, de 12 de noviembre de 1982).
 - NORMAS PARTICULARES DE IBERDROLA.
 - Real Decreto 1.215/1997, de 18 de julio, de DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.
 - REGLAMENTO DE VERIFICACIONES ELÉCTRICAS Y REGULARIDAD EN EL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA. (Real Decreto 1075/1986, de 2 de mayo de 1986).
 - REGLAMENTO DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS EN ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES
 - REGLAMENTO DE EFICIENCIA ENERGETICA EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR Y SUS INSTRUCCIONES TECNICAS COMPLEMENTARIAS (Real Decreto 1890/2008, 14 de noviembre de 2008).
 - LEY 31/1995 de 8 de noviembre DE PREVENCIION DE RIESGOS LABORALES Y REAL DECRETO 1.215/1997 de 18 de julio, DE DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO
 - NORMAS UNE y RECOMENDACIONES UNESA



▪ LIBROS Y DOCUMENTOS:

- INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN.
José García Trasancos. Ed Paraninfo, 2.002.
- TÉCNICAS Y PROCESOS EN LAS INSTALACIONES DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN.
José Luis Sanz Serrano, José Carlos Toledano Gasca, Enrique Iglesias Álvarez. Ed Paraninfo, 2.002.
- SISTEMAS DE ILUMINACIÓN. PROYECTOS DE ALUMBRADO.
José Ramírez Vázquez. Ed Ceac, 1.974.
- INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ENLACE Y CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.
Alberto Guerrero Fernández. Ed Mc Graw Hill.
- COLECCIÓN DE PUBLICACIONES TÉCNICAS DE GRUPO SCHNEIDER.

▪ CATÁLOGOS:

- Catálogo general de lámparas de PHILIPS.
- Catálogo de luminarias de PHILIPS.
- Catálogo de alumbrado de emergencia de DAISALUX
- Catálogo de conductores de PRYSMIAN.
- Catálogo de distribución en baja tensión de SCHNEIDER ELECTRIC.
- Catálogo de productos de baja tensión de SCHNEIDER ELECTRIC.
- Catálogo de medida y control en las instalaciones eléctricas de SCHNEIDER ELECTRIC.
- Catálogo de distribución media tensión y centros de transformación de 24kV de SCHNEIDER ELECTRIC.



▪ PÁGINAS WEB CONSULTADAS:

- www.dial.de
- www.daisalux.com
- www.philips.es
- www.schneider-electric.es
- www.f2i2.net/legislacionseguridadindustrial/rebt_guia.aspx



El Ingeniero Técnico Industrial Eléctrico
Roberto Perez Ortiz del Rio

Pamplona, 23 de Abril de 2014



2. CÁLCULOS:



ÍNDICE:

2.1. CÁLCULOS DE ALUMBRADO	5
2.1.1. ALUMBRADO INTERIOR	6
2.1.2. ALUMBRADO DE EMERGENCIA	12
2.1.3. ALUMBRADO EXTERIOR	21
2.2. CALCULO DE CONDUCTORES Y CANALIZACIONES	23
2.2.1. CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE LÍNEA	24
2.2.2. DIMENSIONADO DE CONDUCTORES Y CANALIZACIONES.....	30
2.2.2.1. SALIDA EN B.T. DEL TRANSFORMADOR.....	30
2.2.2.2. SALIDA GRUPO ELECTROGENO	32
2.2.2.3. LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN	33
2.2.2.4. LÍNEAS A LOS CUADROS AUXILIARES	35
2.2.2.5. LÍNEAS A LOS RECEPTORES	35
2.3. CÁLCULOS DE LAS PROTECCIONES.....	51
2.3.1. CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO	52
2.3.1.1. SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR	52
2.3.1.1. GRUPO ELECTROGENO	53
2.3.1.2. CUADRO DE B.T. CENTRO TRANSFORMACION.....	54
2.3.1.3. CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN	55
2.3.1.4. CUADROS AUXILIARES	55
2.4. CÁLCULOS DE LA COMPENSACIÓN DE LA ENERGÍA REACTIVA	68
2.4.1. CÁLCULO DE LA ENERGÍA REACTIVA	69
2.4.2. ENERGÍA REACTIVA DEL TRANSFORMADOR	70
2.4.3. CÁLCULO DE LAS LÍNEAS DE ALIMENTACIÓN DE LAS BATERÍAS	70
2.4.4. CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES DE LAS BATERÍAS	71
2.4.5. JUSTIFICACIÓN DE LA MEJORA DEL FACTOR DE POTENCIA	71
2.5. CÁLCULOS DE LA PUESTA A TIERRA	72
2.5.1. RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA	73
2.5.2. ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA	74
2.5.3. PUESTA A TIERRA DEL GRUPO ELECTROGENO	75



2.6. CÁLCULOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	76
2.6.1. INTENSIDAD EN EL LADO DE MEDIA TENSIÓN	77
2.6.2. INTENSIDAD EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN	77
2.6.3. CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO	78
2.6.3.1. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE MEDIA TENSIÓN	78
2.6.3.2. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN	78
2.6.4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO	79
2.6.4.1. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA	79
2.6.4.2. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA	80
2.6.5. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA	81
2.6.5.1. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO.....	81
2.6.5.2. DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO DE ELIMINACIÓN	82
2.6.5.3. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA Y LAS TENSIONES DE PASO Y DE CONTACTO	82
2.6.5.4. SEPARACIÓN ENTRE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN Y SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DE SERVICIO	84
2.6.6. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN	85
2.6.7. DIMENSIONADO DE LA FOSA DE RECOGIDA DE ACEITE	87





2.1. CÁLCULOS DE ALUMBRADO



2.1.1. ALUMBRADO INTERIOR

La instalación de la iluminación interior de la nave se efectúa según el método de cálculo expuesto en el documento memoria del presente proyecto. Para la realización del mismo se seguirán una serie de medidas las cuales se exponen a continuación.

Para el cálculo del alumbrado interior se necesitará el nivel de iluminancia media de cada local, que se mide en luxes y que se obtiene de la tabla de iluminancias para diferentes tipos de clases de recinto y actividad a realizar, que queda expuesta en el documento memoria del presente proyecto.

En todo el recinto de la nave se utiliza el sistema de iluminación directa donde todo el flujo luminoso producido se dirige al plano de utilización. Se usan aparatos de alumbrado directo semi-intensivo en los locales definidos como áreas productivas, para focalizar en el puesto de trabajo todo el haz de luz, y aparatos de alumbrado directo extensivo en todas las demás estancias de la fábrica.

El plano de trabajo se colocará dependiendo de la actividad a realizar en el local. Así se dispone el mismo a una distancia de 0,85 metros en todos los locales salvo en los pasillos donde no se requiere altura, el plano de trabajo se coloca a 0 metros y en aquellos locales en los que se requiera una altura mayor como en matricería, estampación y soldadura, el plano de trabajo se colocará a 1 metro de altura.

Se emplearán varios tipos de lámparas dadas las diferentes actividades a realizar en la fábrica. Se colocarán lámparas de halogenuros metálicos en aquellas zonas en las que se necesite de gran eficacia luminosa dada la amplia superficie del local, como son la nave destinada a estampación, soldadura y logística. Se utilizarán luminarias empotrables en las zonas de pasillos, así como en aquellos locales en los que se necesita focalizar la luz en un punto como son las salas de gestión de la fábrica (Producción, calidad, gerencia) y sala de reuniones o los aseos. En la zona de vestuarios y aseos aledaños se utilizaran luminarias estancas.

Para la iluminación de las zonas exteriores utilizaremos lámparas de halogenuros metálicos combinadas con proyectores de luz, que nos permiten una iluminación de zonas amplias combinada con una larga duración de la lámpara. Su cálculo queda reflejado en el siguiente apartado del presente documento.

A la hora de calcular el factor de reflexión, se estiman valores medios para las paredes y techos de los locales por no estar determinado los colores en esta fase de proyecto, fijándose el 20% de reflexión en el suelo, 50% de reflexión en paredes y un 70% en el techo.

El factor de mantenimiento fijado para oficinas generales será 0,8 mientras que para las zonas productivas, en este caso la nave de soldadura, prensas y matricería el factor de mantenimiento será de 0,67 por estar expuestas a un ambiente contaminante.



Se realiza una limpieza periódica de los aparatos de alumbrado y luminarias de toda la fábrica. Se consideran la zona de soldadura, estampación, matricería y logística como locales en los que el ensuciamiento por polvo del interior de la luminaria es mayor que en el resto de los locales, donde se considera un ambiente limpio.

Debido a que la planta de cada local de la fábrica tiene diferentes formas geométricas, a la hora de realizar los cálculos, dividiremos estas zonas en dos o incluso tres partes con el objetivo de tener mayor precisión en el cálculo de los aparatos de alumbrado que se necesiten.

CALCULO DEL FLUJO TOTAL NECESARIO:

LOCAL	Superficie, S (m ²)	Altura del local (m)	Plano útil de trabajo (m)	Iluminación media requerida, E (lx)	Factor de conservación, F _c
Oficina Producción	15,6	2,8	0,85	500	0,8
Oficina calidad	17,0	2,8	0,85	500	0,8
Oficina logística	10,3	2,8	0,85	500	0,8
Oficina Ingeniería	12,1	2,8	0,85	500	0,8
Administración	15,3	2,8	0,85	500	0,8
Sala de reuniones	23,1	2,8	0,85	500	0,8
Recepción	10,4	2,8	0,85	500	0,8
Aseo N°1 oficina (Inodoro)	1,1	2,8	0,85	200	0,8
Aseo N°1 oficina	1,5	2,8	0,85	200	0,8
Aseo N°2 oficina (Inodoro)	1,1	2,8	0,85	200	0,8
Aseo N°2 oficinas	1,5	2,8	0,85	200	0,8
Aseo N°2 oficinas (Urinario)	2,3	2,8	0,85	200	0,8



LOCAL	Superficie, S (m ²)	Altura del local (m)	Plano útil de trabajo (m)	Iluminacion media requerida, E (lx)	Factor de conservación Fc.
Pasillo 1	11,5	2,8	0,0	100	0,8
Pasillo 2	15,5	2,8	0,0	100	0,8
Acceso Vestuario	7,7	2,8	0,85	200	0,8
Aseo Vestuario N°1	2,9	2,8	0,85	200	0,8
Aseo Vestuario N°2 (Inodoro)	1,0	2,8	0,85	200	0,8
Aseo vestuario N°2	3,3	2,8	0,85	200	0,8
Cuarto de limpieza	10,7	2,8	0,85	200	0,8
Ducha Vestuario N°1	14,2	2,8	0,85	200	0,8
Ducha Vestuario N°2	4,5	2,8	0,85	200	0,8
Inodoro Ducha vestuario N°1	1,1	2,8	0,85	200	0,8
Inodoro Ducha vestuario N°2	1,1	2,8	0,85	200	0,8
Inodoro Ducha vestuario N°1 (1)	0,9	2,8	0,85	200	0,8
Inodoro Ducha vestuario N°1 (2)	0,9	2,8	0,85	200	0,8
Inodoro Ducha vestuario N°1 (3)	0,9	2,8	0,85	200	0,8
Lavabo acceso vestuario	1,1	2,8	0,85	200	0,8
Lavabo vestuario N°1	8,9	2,8	0,85	200	0,8
Lavabo vestuario N°2	2,9	2,8	0,85	200	0,8
Urinario vestuario N°1	8,4	2,8	0,85	200	0,8
Vestuario N°1	49,9	2,8	0,85	200	0,8



LOCAL	Superficie, S (m ²)	Altura del local (m)	Plano útil de trabajo (m)	Iluminación media requerida, E (lx)	Factor de conservación, Fc.
Vestuario N°2	13,4	2,8	0,85	200	0,8
Cantina	31,7	3,2	0,85	200	0,8
Oficina matricería	22,2	2,8	0,85	500	0,8
Sala de compresores	17,2	3,2	0,85	200	0,8
Centro de transformación	12	2,5	0,85	200	0,8
Nave Soldadura	1.870,6	12	1,0	300	0,67
Nave Prensas	3.550,6	12	1,0	300	0,67
Sala Grupo Electrónico	30	2,5	0,85	200	0,8

CÁLCULO DEL NÚMERO DE APARATOS DE ALUMBRADO:

LOCAL	N° total de luminarias	Lámparas por luminaria	Flujo unitario lámpara, Φ_u (lm)	Rendimiento luminaria, η (%)	Iluminación media, E (lx)
Oficina Producción	4	4	1350	0,68	525
Oficina calidad	6	4	1350	0,68	727
Oficina logística	4	4	1350	0,68	714
Oficina Ingeniería	4	4	1350	0,68	645
Administración	4	4	1350	0,68	530
Sala de reuniones	6	4	1350	0,68	604



LOCAL	Nº total de luminarias	Lámparas por luminaria	Flujo unitario lámpara, Φ_u (lm)	Rendimiento luminaria, η (%)	Iluminación media, E (lx)
Recepción	3	4	1350	0,68	531
Aseo Nº1 oficina (Inodoro)	1	1	1800	0,66	216
Aseo Nº1 oficina	1	1	1800	0,66	204
Aseo Nº2 oficina (Inodoro)	1	1	1800	0,66	216
Aseo Nº2 oficinas	1	1	1800	0,66	204
Aseo Nº2 oficinas (Urinario)	2	2	1200	0,66	220
Pasillo 1	5	1	1200	0,62	122
Pasillo 2	6	1	1200	0,62	138
Acceso Vestuario	1	2	3350	0,60	265
Aseo Vestuario Nº1	2	2	1800	0,66	291
Aseo Vestuario Nº2 (Inodoro)	1	1	1800	0,66	215
Aseo vestuario Nº2	2	2	1800	0,66	273
Cuarto de limpieza	3	3	1800	0,66	200
Ducha Vestuario Nº1	8	1	1350	0,75	220
Ducha Vestuario Nº2	4	1	1350	0,75	228
Inodoro Ducha vestuario Nº1	1	1	1800	0,66	211
Inodoro Ducha vestuario Nº2	1	1	1800	0,66	215
Inodoro Ducha vestuario Nº1 (1)	1	1	1800	0,66	213
Inodoro Ducha vestuario Nº1 (2)	1	1	1800	0,66	213



LOCAL	Nº total de luminarias	Lámparas por luminaria	Flujo unitario lámpara, Φ_u (lm)	Rendimiento luminaria, η (%)	Iluminación media, E (lx)
Inodoro Ducha vestuario Nº1 (3)	1	1	1800	0,66	213
Lavabo acceso vestuario	1	1	1800	0,66	209
Lavabo vestuario Nº1	3	1	1800	0,66	241
Lavabo vestuario Nº2	2	1	1200	0,66	209
Urinario vestuario Nº1	3	1	1800	0,66	233
Vestuario Nº1	4	2	3350	0,60	254
Vestuario Nº2	1	2	3350	0,60	200
Cantina	3	2	3350	0,60	269
Oficina matricería	6	4	1350	0,68	604
Sala de compresores	2	2	5240	0,67	326
Centro de transformación	1	2	5240	0,67	302
Nave Soldadura	44	1	32500	0,76	354
Nave Prensas	77	1	32500	0,76	356
Sala Grupo Electrónico	2	2	5240	0,67	275

El número definitivo de aparatos de alumbrado es de 400 lámparas que serán instaladas en 260 luminarias. La distribución de las mismas se realizará atendiendo a un criterio de homogeneidad en la planta de cada local. La colocación definitiva de las luminarias queda reflejada en el plano N°3 del presente proyecto.



2.1.2. ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Siguiendo el criterio expuesto en el documento memoria, los cálculos del alumbrado de emergencia serán los que se exponen a continuación.

ALUMBRADO DE EMERGENCIA OFICINA PRODUCCION			
<i>Iluminación media</i>	2,52 lm.	Altura de instalación de aparatos	2,50 m.
<i>Luxes mínimos en recorridos</i>	2,57 lm.	Separación entre aparatos	3,45 m.
<i>Luxes mínimos en puntos de seguridad y cuadros eléctricos</i>	-	Lúmenes a instalar	375 lm.
<i>Superficie (m²)</i>	15,56	Aparatos a instalar	2

ALUMBRADO DE EMERGENCIA OFICINA CALIDAD			
<i>Iluminación media</i>	2,69 lm	Altura de instalación de aparatos	2,5 m.
<i>Luxes mínimos en recorridos</i>	1,92 lm	Separación entre aparatos	3 m.
<i>Luxes mínimos en puntos de seguridad y cuadros eléctricos</i>	-	Lúmenes a instalar	375 lm
<i>Superficie (m²)</i>	17,4	Aparatos a instalar	2

ALUMBRADO DE EMERGENCIA OFICINAS LOGISTICA			
<i>Iluminación media</i>	3,26 lm.	Altura de instalación de aparatos	2,5 m.
<i>Luxes mínimos en recorridos</i>	3,02 lm	Separación entre aparatos	2,64 m.
<i>Luxes mínimos en puntos de seguridad y cuadros eléctricos</i>	-	Lúmenes a instalar	375 lm.
<i>Superficie (m²)</i>	10,3	Aparatos a instalar	2



ALUMBRADO DE EMERGENCIA OFICINA INGENIERIA

<i>Iluminación media</i>	3,27 lm.	Altura de instalación de aparatos	2,5 m.
<i>Luxes mínimos en recorridos</i>	2,86 lm.	Separación entre aparatos	2,64 m.
<i>Luxes mínimos en puntos de seguridad y cuadros eléctricos</i>	-	Lúmenes a instalar	375 lm.
<i>Superficie (m²)</i>	11,9	Aparatos a instalar	2

ALUMBRADO DE EMERGENCIA OFICINA ADMINISTRACION

<i>Iluminación media</i>	2,46 lm.	Altura de instalación de aparatos	2,5m.
<i>Luxes mínimos en recorridos</i>	2,04 lm.	Separación entre aparatos	3,5 m.
<i>Luxes mínimos en puntos de seguridad y cuadros eléctricos</i>	-	Lúmenes a instalar	375 lm.
<i>Superficie (m²)</i>	15	Aparatos a instalar	2

ALUMBRADO DE EMERGENCIA SALA REUNIONES

<i>Iluminación media</i>	2,6 lm.	Altura de instalación de aparatos	2,5 m.
<i>Luxes mínimos en recorridos</i>	1,75 lm.	Separación entre aparatos	4,45 m
<i>Luxes mínimos en puntos de seguridad y cuadros eléctricos</i>	-	Lúmenes a instalar	430 lm
<i>Superficie (m²)</i>	22,6	Aparatos a instalar	2



ALUMBRADO DE EMERGENCIA RECEPCION

<i>Iluminación media</i>	2,86 lm.	Altura de instalación de aparatos	2,5 m.
<i>Luxes mínimos en recorridos</i>	1,74 lm.	Separación entre aparatos	1,9 m
<i>Luxes mínimos en puntos de seguridad y cuadros eléctricos</i>	-	Lúmenes a instalar	375
<i>Superficie (m²)</i>	13	Aparatos a instalar	2

ALUMBRADO DE EMERGENCIA ASEOS Nº1 OFICINAS (INODORO)

<i>Iluminación media</i>	1,2 lm.	Altura de instalación de aparatos	2,50 m.
<i>Luxes mínimos en recorridos</i>	1,36 lm.	Separación entre aparatos	-
<i>Luxes mínimos en puntos de seguridad y cuadros eléctricos</i>	-	Lúmenes a instalar	95 lm.
<i>Superficie (m²)</i>	1,1	Aparatos a instalar	1

ALUMBRADO DE EMERGENCIA ASEOS Nº1 OFICINAS

<i>Iluminación media</i>	1,19 lm.	Altura de instalación de aparatos	2,50 m.
<i>Luxes mínimos en recorridos</i>	1,21 lm.	Separación entre aparatos	-
<i>Luxes mínimos en puntos de seguridad y cuadros eléctricos</i>	-	Lúmenes a instalar	95 lm.
<i>Superficie (m²)</i>	1,4	Aparatos a instalar	1


ALUMBRADO DE EMERGENCIA ASEO N°2 OFICINAS (INODORO)

<i>Iluminación media</i>	1,21 lm.	Altura de instalación de aparatos	2,50 m.
<i>Luxes mínimos en recorridos</i>	1,2 lm.	Separación entre aparatos	-
<i>Luxes mínimos en puntos de seguridad y cuadros eléctricos</i>	-	Lúmenes a instalar	95 lm.
<i>Superficie (m²)</i>	1,2	Aparatos a instalar	1

ALUMBRADO DE EMERGENCIA ASEO N°2 OFICINAS

<i>Iluminación media</i>	1,1 lm.	Altura de instalación de aparatos	2,50 m.
<i>Luxes mínimos en recorridos</i>	1,05 lm.	Separación entre aparatos	-
<i>Luxes mínimos en puntos de seguridad y cuadros eléctricos</i>	-	Lúmenes a instalar	95 lm.
<i>Superficie (m²)</i>	2,3	Aparatos a instalar	1

ALUMBRADO DE EMERGENCIA PASILLO 1

<i>Iluminación media</i>	2,19 lm.	Altura de instalación de aparatos	2,50 m.
<i>Luxes mínimos en recorridos</i>	1,4 lm.	Separación entre aparatos	-
<i>Luxes mínimos en puntos de seguridad y cuadros eléctricos</i>	8,96 lm.	Lúmenes a instalar	160 lm.
<i>Superficie (m²)</i>	9,3	Aparatos a instalar	1



ALUMBRADO DE EMERGENCIA PASILLO 2

<i>Iluminación media</i>	3,45 lm.	Altura de instalación de aparatos	2,50 m.
<i>Luxes mínimos en recorridos</i>	2,45 lm.	Separación entre aparatos	3 m.
<i>Luxes mínimos en puntos de seguridad y cuadros eléctricos</i>	-	Lúmenes a instalar	535 lm.
<i>Superficie (m²)</i>	15,6	Aparatos a instalar	3

ALUMBRADO DE EMERGENCIA ACCESO VESTUARIOS

<i>Iluminación media</i>	2,45 lm.	Altura de instalación de aparatos	2,50 m.
<i>Luxes mínimos en recorridos</i>	2,2 lm.	Separación entre aparatos	3,9 m
<i>Luxes mínimos en puntos de seguridad y cuadros eléctricos</i>	5,94 lm.	Lúmenes a instalar	310 lm.
<i>Superficie (m²)</i>	7,9	Aparatos a instalar	2

ALUMBRADO DE ASEOS VESTUARIOS

<i>Iluminación media</i>	1,08 lm.	Altura de instalación de aparatos	2,50 m.
<i>Luxes mínimos en recorridos</i>	1,12 lm.	Separación entre aparatos	1,2 m
<i>Luxes mínimos en puntos de seguridad y cuadros eléctricos</i>	-	Lúmenes a instalar	285 lm.
<i>Superficie (m²)</i>	7,2	Aparatos a instalar	3



ALUMBRADO DE EMERGENCIA CUARTO LIMPIEZA

<i>Iluminación media</i>	2,02 lm.	Altura de instalación de aparatos	2,50 m.
<i>Luxes mínimos en recorridos</i>	2,18 lm.	Separación entre aparatos	2,5 m
<i>Luxes mínimos en puntos de seguridad y cuadros eléctricos</i>	-	Lúmenes a instalar	300 lm.
<i>Superficie (m²)</i>	10,7	Aparatos a instalar	2

ALUMBRADO DE EMERGENCIA DUCHAS VESTUARIO

<i>Iluminación media</i>	1,45 lm.	Altura de instalación de aparatos	2,50 m.
<i>Luxes mínimos en recorridos</i>	1,05 lm.	Separación entre aparatos	2,2 m
<i>Luxes mínimos en puntos de seguridad y cuadros eléctricos</i>	-	Lúmenes a instalar	285 lm.
<i>Superficie (m²)</i>	18,7	Aparatos a instalar	3

ALUMBRADO DE EMERGENCIA INODOROS

<i>Iluminación media</i>	1,10 lm.	Altura de instalación de aparatos	2,50 m.
<i>Luxes mínimos en recorridos</i>	1,42 lm.	Separación entre aparatos	1 m
<i>Luxes mínimos en puntos de seguridad y cuadros eléctricos</i>	-	Lúmenes a instalar	475 lm.
<i>Superficie (m²)</i>	5	Aparatos a instalar	5



ALUMBRADO DE EMERGENCIA LAVAVOS

<i>Iluminación media</i>	1,37 lm.	Altura de instalación de aparatos	2,50 m.
<i>Luxes mínimos en recorridos</i>	1,58 lm.	Separación entre aparatos	3,2
<i>Luxes mínimos en puntos de seguridad y cuadros eléctricos</i>	-	Lúmenes a instalar	1060lm.
<i>Superficie (m²)</i>	84,6	Aparatos a instalar	7

ALUMBRADO DE EMERGENCIA CANTINA

<i>Iluminación media</i>	2,37 lm.	Altura de instalación de aparatos	2,50 m.
<i>Luxes mínimos en recorridos</i>	2,16 lm.	Separación entre aparatos	6,5 m
<i>Luxes mínimos en puntos de seguridad y cuadros eléctricos</i>	-	Lúmenes a instalar	450 lm.
<i>Superficie (m²)</i>	31,7	Aparatos a instalar	3

ALUMBRADO DE EMERGENCIA SALA COMPRESORES

<i>Iluminación media</i>	1,51 lm.	Altura de instalación de aparatos	2,50 m.
<i>Luxes mínimos en recorridos</i>	1,2 lm.	Separación entre aparatos	3,9
<i>Luxes mínimos en puntos de seguridad y cuadros eléctricos</i>	-	Lúmenes a instalar	300 lm.
<i>Superficie (m²)</i>	17,2	Aparatos a instalar	2



ALUMBRADO DE EMERGENCIA OFICINA MATRICERIA			
<i>Iluminación media</i>	1,37 lm.	Altura de instalación de aparatos	2,50 m.
<i>Luxes mínimos en recorridos</i>	1,36 lm.	Separación entre aparatos	6 m
<i>Luxes mínimos en puntos de seguridad y cuadros eléctricos</i>	-	Lúmenes a instalar	300 lm.
<i>Superficie (m²)</i>	22,2	Aparatos a instalar	2

ALUMBRADO DE EMERGENCIA SOLDADURA			
<i>Iluminación media</i>	1,99 lm.	Altura de instalación de aparatos	12/2,50 m.
<i>Luxes mínimos en recorridos</i>	1,47 lm.	Separación entre aparatos	18 m
<i>Luxes mínimos en puntos de seguridad y cuadros eléctricos</i>	7,53 lm.	Lúmenes a instalar	12050 lm.
<i>Superficie (m²)</i>	1870	Aparatos a instalar	10

ALUMBRADO DE EMERGENCIA ESTAMPACION			
<i>Iluminación media</i>	1,99 lm.	Altura de instalación de aparatos	12/2,5 m.
<i>Luxes mínimos en recorridos</i>	1,06 lm.	Separación entre aparatos	18 m
<i>Luxes mínimos en puntos de seguridad y cuadros eléctricos</i>	5,88 lm.	Lúmenes a instalar	16050 lm.
<i>Superficie (m²)</i>	3550	Aparatos a instalar	25



ALUMBRADO DE EMERGENCIA CENTRO DE TRANSFORMACION

<i>Iluminación media</i>	2,34 lm.	Altura de instalación de aparatos	2,50 m.
<i>Luxes mínimos en recorridos</i>	1,28 lm.	Separación entre aparatos	-
<i>Luxes mínimos en puntos de seguridad y cuadros eléctricos</i>	6,99	Lúmenes a instalar	320 lm.
<i>Superficie (m²)</i>	11,2	Aparatos a instalar	1

ALUMBRADO DE EMERGENCIA SALA GRUPO ELECTROGENO

<i>Iluminación media</i>	2,41 lm.	Altura de instalación de aparatos	2,50 m.
<i>Luxes mínimos en recorridos</i>	1,02 lm.	Separación entre aparatos	-
<i>Luxes mínimos en puntos de seguridad y cuadros eléctricos</i>	-	Lúmenes a instalar	430 lm.
<i>Superficie (m²)</i>	28,4	Aparatos a instalar	2



2.1.3. ALUMBRADO EXTERIOR

Se colocarán aparatos de alumbrado exterior en disposición unilateral, fijados a la fachada del edificio industrial en torno a todo el perímetro del mismo, a una altura de 10 y 2,5 metros sobre el suelo. Lo cual nos garantizará otros tantos metros de franja iluminada paralela a la fachada de la nave.

El perímetro de la fábrica tiene una longitud total de 350 metros, quedando claramente definidas cuatro áreas, la entrada principal, las fachadas laterales y traseras.

Se trata de conseguir una iluminancia media vertical en fachadas de 2 lux como mínimo, considerando un factor de reflexión en fachadas de 0,30, y una iluminancia media horizontal en las inmediaciones de la nave de 5 lux. Para ello se instalarán proyectores con lámparas de halogenuros metálicos de 400W en todo el perímetro de la nave, situados en fachada a 10m de altura. Además, en las fachadas de oficinas y vestuarios se colocarán apliques con lámparas de vapor de sodio de alta presión de 50W a una altura de 2,5m para garantizar un nivel de iluminación superior para la zona de tránsito y acceso de personas a la nave.

LOCAL	Nº de luminarias proyector RVP351 1xHPI-TP 400W	Nº de luminarias aplique SGS113 1xSDW-T 50W	Separación entre luminarias, (m)	Altura de montaje de luminarias, (m)	Iluminación media, E (lx)
Perímetro inmediaciones nave	-	-	-	-	38
Fachada Este (nave soldadura)	2	-	14,5	10	6,83
Fachada Este (nave estampación)	2	-	7,7	10	19
Fachada Norte (nave soldadura)	5	-	16,5	10	3,84
Fachada Oeste (nave soldadura)	2	-	14,5	10	9,29
Fachada Oeste (nave estampación)	3	-	13,3	10	7,49
Fachada Sur (nave estampación)	5	-	14,5	10	3,91



LOCAL	Nº de luminarias proyector RVP351 1xHPI-TP 400W	Nº de luminarias applique SGS113 1xSDW-T 50W	Separación entre luminarias, (m)	Altura de montaje de luminarias, (m)	Iluminación media, E (lx)
Fachada Norte (oficinas)	-	3	3,1	2,5	82
Fachada Este (oficinas)	-	3	6,0	2,5	53
Fachada Sur (oficinas)	-	3	3,1	2,5	101
Fachada Norte (vestuarios)	-	3	3,1	2,5	95
Fachada Este (vestuarios)	-	3	6,0	2,5	54
Fachada Sur (vestuarios)	-	3	3,1	2,5	75



2.2. CÁLCULO DE CONDUCTORES Y CANALIZACIONES



2.2.1. CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE LÍNEA

Partiendo de la potencia consumida por cada receptor, en este punto se procederá a calcular las corrientes que circularán por las líneas de los diferentes cuadros auxiliares.

Sabiendo, además, el factor de potencia y la tensión nominal, se puede hallar la corriente nominal en condiciones de plena carga para los receptores mediante las fórmulas:

$$I_L = \frac{P}{\sqrt{3} * V_N * \cos \varphi}, \text{ para receptores trifásicos y}$$

$$I_L = \frac{P}{V_N * \cos \varphi}, \text{ para receptores monofásicos.}$$

La corriente obtenida se multiplicará por 1,8 en el caso de los receptores compuestos por lámparas de descarga (ITC-BT-44). En los receptores con motor se multiplicará por 1,25, y se hallará también la corriente de arranque máxima permitida por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (ITC-BT 47).

Aunque haya receptores monofásicos, como los destinados al alumbrado, la distribución hasta su cuadro auxiliar se realizará en corriente alterna trifásica procurando repartir las cargas lo más equitativamente posible entre las fases.

A continuación se exponen las corrientes máximas a considerar de cada receptor, agrupados en sus respectivos cuadros auxiliares de distribución para el posterior cálculo de las secciones de los conductores.

La suma total de las corrientes que llegan a cada cuadro será la corriente total máxima de la instalación, y por lo tanto será también la máxima corriente que circulará por la línea general de alimentación.

La instalación se sobredimensionará de cara a futuras ampliaciones, por lo que se aplicará un factor de ampliación del 15%. El sobredimensionamiento de la instalación repercutirá especialmente tanto en la línea general de alimentación, las blindobarras así como en el centro de transformación. Por lo tanto, la corriente total obtenida que circulará por la línea general de alimentación se multiplicará por 1,15 para realizar un correcto dimensionado. El 115% corresponde a la potencia total del transformador.



CUADRO AUXILIAR 1

RECEPTOR	UNIDADES	POTENCIA (W)	COS Ψ	INTENSIDAD (A)
Prensa 250 Tn.	4	15000	0,86	125,88
Prensa 400 Tn.	1	17000	0,85	35,66
Prensa 630 Tn.	1	36800	0,85	78,11
Puente grúa	1	35000	0,83	76,08
Puerta rápida	1	1100	0,9	2,21
Alumbrado Prensa	77	400	1	58,20
Alumbrado exterior	27	50 - 400	1	22,08
Alumbrado de emergencia	12	22	1	1,10
Cargador de baterías	1	30000	0,9	48,11
Cuadros auxiliares tomas de corriente	2	66764	1	192,73

- Los motores de las prensas se multiplicaran por 1,25 (según ITC-BT 47. Artículo 3.1).
- Los receptores de alumbrado se multiplican por el coeficiente 1,8 (ITC-BT-44).
- Los cuadros auxiliares tomas de corriente se multiplican por un coeficiente de simultaneidad de 0,67
- El caso más desfavorable para calcular la corriente total máxima que pueda circular por la línea que alimenta el cuadro, es considerando todos los receptores en el momento del arranque.

Corriente total máxima del cuadro auxiliar 1:

644,84 A



CUADRO AUXILIAR 2

RECEPTOR	UNIDADES	POTENCIA (W)	COS Ψ	INTENSIDAD (A)
Célula MAG soldadura VW UP	3	45000	0,67	363,54
Célula Tucker Soldadura VW UP	1	28000	0,82	61,61
Célula MAG soldadura AUDI	2	38000	0,70	195,89
Célula MAG soldadura PSA _ Sufram	1	60000	0,86	152,47
Célula MAG soldadura PSA_ Bumper	2	35000	0,71	173,01
Célula MAG sold. FIAT_ Control arm	1	45000	0,70	115,99
Célula BUSHING FIAT CONTROL ARM	1	4500	0,83	9,12
Water system	2	11000	0,83	47,82
Exhausting system	4	1500	0,67	16,16
Puerta rápida	1	1100	0,9	2,21
Alumbrado soldadura	44	400	1	45,73
Alumbrado sold. emergencia	10	192	1	0,84
Cuadros auxiliares tomas de corriente	2	66764	1	192,73



CUADRO AUXILIAR 2

- Las células de soldadura, se multiplicaran por 1,25 (según ITC-BT 47. Artículo 3.1).
- Los receptores de alumbrado se multiplican por el coeficiente 1,8 (ITC-BT-44).
- Los cuadros auxiliares tomas de corriente se multiplican por un coeficiente de simultaneidad de 0,67
- El caso más desfavorable para calcular la corriente total máxima que pueda circular por la línea que alimenta el cuadro, es considerando todos los receptores a plena carga, que se producirá en las puestas en marcha después de un día de descanso.

Corriente total máxima del cuadro auxiliar 2:

1377,09 A

CUADRO AUXILIAR 3

RECEPTOR	UNIDADES	POTENCIA (W)	COS Ψ	INTENSIDAD (A)
Compresor	1	36000	0,83	78,26
Compresor reserva	1	36000	0,83	78,26
Alumbrado Compresores	2	58	1	1,82
Alumbrado Emergencia Compresores	2	16	1	0,07
Tomas Monofásica	1	3640	1	16

- El motor del compresor, se multiplica por 1.25 (según ITC-BT 47. Artículo 3.1).
- Los cálculos de la línea se han realizado en caso de que sea necesario que ambos trabajen simultáneamente.
- Los receptores de alumbrado se multiplican por el coeficiente 1,8 (ITC-BT-44).
- El caso más desfavorable para calcular la corriente total máxima que pueda circular por la línea que alimenta el cuadro, es considerando todos los receptores a plena carga al mismo tiempo que arrancan los compresores.

Corriente total máxima del cuadro auxiliar 3:

174.40 A



CUADRO AUXILIAR 4

RECEPTOR	UNIDADES	POTENCIA (W)	COS Ψ	INTENSIDAD (A)
Alumbrado Matricería	21	400	1	21,82
Alumbrado Oficina Matricería	24	18	1	3,38
Alumbrado Emergencia Matricería	2	106	1	0,46
Cuadros auxiliares tomas de corriente	1	44509	1	64,24
Rectificadora	1	1490	0,89	3,02
Torno	1	7460	0,88	15,29
Fresadora	1	500	0,89	1,01
Puerta rápida	2	1100	0,90	50,40
Muelle	2	1470	0,90	2,21

- Los motores se multiplican por 1.25 (según ITC-BT 47. Artículo 3.1).
- Los receptores de alumbrado se multiplican por el coeficiente 1,8 (ITC-BT-44).
- Las cuadros auxiliares tomas corriente se multiplican por un coeficiente de simultaneidad de 0.67.
- El caso más desfavorable para calcular la corriente total máxima que pueda circular por la línea que alimenta el cuadro, es considerando todos los receptores a plena carga al mismo tiempo que arranca todo el taller de matricería.

Corriente total máxima del cuadro auxiliar 4:

133,40 A



CUADRO AUXILIAR 5

RECEPTOR	UNIDADES	POTENCIA (W)	COS Ψ	INTENSIDAD (A)
Alumbrado oficinas operativas	135	18	1	20,39
Alumbrado emergencia oficinas	6	26	1	0,56
Tomas monofásicas	4	3680	1	64

- Los receptores de alumbrado se multiplican por el coeficiente 1,8 (ITC-BT-44).
- Las tomas monofásicas se multiplican por un coeficiente de simultaneidad 0,22.
- El caso más desfavorable para calcular la corriente total máxima que pueda circular por la línea que alimenta el cuadro, es considerando todos los receptores a plena carga al mismo tiempo.

Corriente total máxima del cuadro auxiliar 5: 84,95 A

CUADRO AUXILIAR 6

RECEPTOR	UNIDADES	POTENCIA (W)	COS Ψ	INTENSIDAD (A)
Alumbrado vestuario	42	36	1	11,63
Alumbrado cantina	6	36	1	0,94
Alum. Emerg. Vest.	26	8	1	0,90
Alum. Emerg. cantina	3	8	1	0,10
T. mono. vestuario	3	3680	1	48
T. mono. cantina	1	3680	1	16

- Las tomas monofásicas se multiplican por un coeficiente de simultaneidad de 0.4.
- Los receptores de alumbrado se multiplican por el coeficiente 1,8 (ITC-BT-44).
- El caso más desfavorable para calcular la corriente total máxima que pueda circular por la línea que alimenta el cuadro, es considerando todos los receptores a plena potencia.

Corriente total máxima del cuadro auxiliar 6: 77,30 A



La suma de todas las corrientes individuales que circularán por cada cuadro auxiliar arroja un balance total de 2409 amperios, que corresponde al caso más desfavorable permitido para cada cuadro auxiliar. Es más que improbable que se den las condiciones de caso más desfavorable en todos los cuadros de forma simultánea, de manera que para el cálculo de la corriente de la línea general de alimentación se considerará la potencia aparente total de la instalación multiplicada por el factor de ampliación. Para dicho cálculo se considera el $\cos\phi = 1$ en alumbrado y tomas de corriente. Asimismo se consideran todos los coeficientes de simultaneidad referidos a las tomas de corriente:

$$S_T = (S_{\text{maquinaria}} + S_{\text{alumbrado}} + S_{\text{tomas corriente}})$$

$$S_T = (942,13 + 63,18 + 352,41) = 1357,73 \text{ kVA}$$

Valor que se redondea a 1600 kVA, que será la potencia del transformador, de manera que la línea quede dimensionada para un posible aprovechamiento del 100% del propio transformador. La corriente total máxima que podrá circular por la línea será:

$$I_T = \frac{S_T}{\sqrt{3} * 380} = 2309 \text{ A}$$

2.2.2. DIMENSIONADO DE LOS CONDUCTORES Y CANALIZACIONES

Siguiendo el método expuesto en la memoria y conociendo la corriente máxima que circulará por el conductor y la longitud del mismo, se procede a realizar los cálculos de sección de los conductores y en su caso el dimensionado de las canalizaciones de cada tramo de línea.

2.2.2.1. SALIDA EN B.T. DEL TRANSFORMADOR

Es la línea que une el secundario del transformador con el cuadro de baja tensión del centro de transformación. Transporta toda la corriente de la instalación y estará diseñada para soportar la corriente nominal del transformador.

Como se ha calculado anteriormente, esta línea se dimensionará para una corriente de 2309 amperios. La longitud desde el secundario del transformador hasta el cuadro de baja tensión del centro de transformación es de 10 metros.

Se designan 5 conductores por fase de 240mm², por lo que la corriente que lleve cada conductor será una quinta parte de la total. La sección total por fase será de 1200mm².

La línea irá en bandeja de rejilla y su intensidad máxima admisible es de 2450A, 490A para cada conductor de 240mm



La caída de tensión en función de la potencia arroja un resultado de:

$$\Delta V = \frac{L * P}{c * S * V_L} = \frac{10 * 1600000}{56 * 1200 * 400} = 0,60 \text{ V}$$

donde,

L : Longitud de la línea (m)

P : Potencia de consumo (kW)

C : Conductividad del conductor para el cobre: $c = 56 \frac{m}{\Omega mm^2}$

S : Sección del conductor (mm^2)

V_L : Tensión de línea (V)

Así, la línea quedará constituida por una terna de cables de 5 conductores por fase y por neutro 240 milímetros cuadrados.

En el centro de transformación se dispone de un cuadro de baja tensión que albergará la protección general de la línea general de alimentación, el inversor de redes y las protecciones de los circuitos de alumbrado y tomas de corriente del centro de transformación y sala del grupo electrógeno.

En el tramo anterior la caída de tensión era de 0,6 voltios, por lo tanto las caídas de tensión máximas permitidas en los tramos siguientes será:

Alumbrado (4,5%):

Monofásica:

$$\Delta V = \left(230 \times \frac{4.5}{100} \right) - 0,6 \text{ voltios} = 9.75 \text{ voltios}$$

Trifásica:

$$\Delta V = \left(400 \times \frac{4.5}{100} \right) - 0,6 \text{ voltios} = 17.4 \text{ voltios}$$

Otros usos (6.5%):

Monofásica:

$$\Delta V = \left(230 \times \frac{6.5}{100} \right) - 0,6 \text{ voltios} = 14.35 \text{ voltios}$$

Trifásica:

$$\Delta V = \left(400 \times \frac{6.5}{100} \right) - 0,6 \text{ voltios} = 25.4 \text{ voltios}$$



La distribución de las líneas del cuadro del centro de transformación quedará de la siguiente manera:

LÍNEAS	POT. (W)	INT. (A)	F_c	I_c (A)	S (mm ²)	L (m)	I_{adm} (A)	ΔV (V)	ΔV (%)
Condensador fijo	100000	144,34	1,00	216,51	3x70+35	8,00	224,00	0,51	0,13
Alumbrado CT y sala GE	348	2,72	1	2,72	2x1,5+1,5	10	20	0,36	0,16
Alumbrado emergencia CT y sala GE	24	0,10	1	0,10	2x1,5+1,5	10	20	0,02	0,01
Tomas de corriente monofásicas CT y sala GE	3680	16	1	16	2x2,5+2,5	11	26,50	2,51	1,09

donde,

F_c = Factor de corrección, que depende de la temperatura de ambiente, tipo de canalización y número de conductores que se alojan en la misma (ITC-BT-07).

I_c = Es la intensidad resultante de dividir la I_c por la F_c .

S = Sección en mm² que se elige del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y que debe de ser válida para una intensidad admisible mayor que la calculada.

L = Longitud en metros desde el cuadro general de alimentación hasta el cuadro auxiliar.

I_{adm} = Intensidad máxima admisible en amperios para cables de Polietileno Reticulado (XLPE) de cobre.

ΔV = Caída de tensión en voltios de cada cuadro auxiliar.

2.2.2.2. SALIDA DEL GRUPO ELECTRÓGENO

El grupo de electrógeno será de acuerdo con la ITC-BT-40 los cables de conexión del grupo electrógeno deberán estar dimensionados para una intensidad de al menos un 125% de la máxima intensidad del generador, y la caída de tensión entre el generador y el punto de conexión con la red de distribución no será superior al 1,5%.

El grupo electrógeno proyectado es de 1600KVA's, la intensidad nominal es de 2309,40A, por lo que la línea deberá estar dimensionada para una corriente de 2886,75A. La línea que sale del grupo electrógeno estará formada por 6 conductores de 240mm² de cobre por fase en instalación sobre bandeja con una longitud de 10 metros, cuya intensidad máxima admisible es de 2940A.



La caída de tensión en función de la potencia arroja un resultado de:

$$\Delta V = \frac{L * P}{c * S * V_L} = \frac{10 * 1600000}{56 * 1440 * 400} = 0,49 \text{ V}$$

donde,

L : Longitud de la línea (m)

P : Potencia de consumo (kW)

c : Conductividad del conductor para el cobre: $c = 56 \frac{m}{\Omega mm^2}$

S : Sección del conductor (mm^2)

V_L : Tensión de línea (V)

Como se puede observar, la caída de tensión en la línea que va del grupo electrógeno al inversor de redes en el cuadro de baja tensión del centro de transformación es inferior al de la línea que va del secundario del transformador al inversor de redes. Por tanto consideraremos para los cálculos sucesivos la caída de tensión más desfavorable

2.2.2.3. LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN

Es la línea que une el centro de transformación con el cuadro general de distribución. Transporta toda la corriente de la instalación y estará diseñada para ampliar en un 15% la carga de la misma, o en su caso para poder aprovechar el transformador al 100%.

Como se ha calculado anteriormente, esta línea se dimensionará para una corriente de 2309 amperios. La longitud desde el centro de transformación hasta el cuadro general de distribución es de 15 metros.

Se designan 6 conductores por fase de $240mm^2$, por lo que la corriente que lleve cada conductor será un sexto de la total. La sección total por fase será de $1440mm^2$.

La línea irá enterrada bajo tubo, habiendo un tubo por cada fase, calculada como una instalación tipo, en un terreno de $1 \frac{K \cdot m}{W}$, a $25^\circ C$ y a 0,7 metros de profundidad.

Según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión se debe aplicar un factor de corrección de 0,8 al transportar una fase por tubo, alojando 6 conductores por fase en cada tubo de acuerdo con la ITC 07 en su apartado 3.1.3

$$I_C = \frac{I}{F_C} = 2886 \text{ A por fase (por fase)}$$

La sección con intensidad admisible es, una terna de 6 conductores unipolares con aislamiento de polietileno reticulado por fase de $240 mm^2$ que admite 550 amperios por conductor.



La caída de tensión en función de la potencia arroja un resultado de:

$$\Delta V = \frac{L * P}{c * S * V_L} = \frac{15 * 1600000}{56 * 1440 * 400} = 0,74 V$$

donde,

L : Longitud de la línea (m)

P : Potencia de consumo (kw)

c : Conductividad del conductor para el cobre: $c = 56 \frac{m}{\Omega mm^2}$

S : Sección del conductor (mm^2)

V_L : Tensión de línea (V)

Sumando la caída de tensión obtenida para la línea que va desde el transformador hasta el cuadro de baja tensión del centro de transformación, tenemos que la caída de tensión hasta el cuadro general de baja tensión es de 1,34V



2.2.2.4. LÍNEAS A LOS CUADROS AUXILIARES

Las líneas a los cuadros auxiliares comprenden el tramo que va desde el cuadro general de distribución hasta cada uno de los cuadros auxiliares. El Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión especifica en su instrucción ITC-BT-19 las caídas de tensión para alumbrado y otros usos para instalaciones industriales. En el caso del alumbrado la caída de tensión que se nos permite es de 18 voltios (4.5%) y para otros usos 26 voltios (6.5%). Por tanto, en el peor de los casos se nos permite una caída de tensión de 18 voltios que es la que se va adoptar para todas las líneas. Teniendo en cuenta la caída de tensión de 1,34 voltios que teníamos de la línea anterior, la caída de tensión máxima admisible será de 16,66 voltios.

LÍNEA	POT. (W)	INT. (A)	F _c	I _c (A)	S (mm ²)	L (m)	I _{adm} (A)	ΔV (V)	ΔV (%)
CUADRO 1	507902	733,1	0,75	977	4x(2x240)+240	47	980	2,22	0,56
CUADRO 2	1288932	1860	0,75	2480	4x(5x240)+3x240	66	2450	3,16	0,79
CUADRO 3	75928	109	0,75	146	4x50+25	81	167	5,49	1,37
CUADRO 4	70633	101	0,75	135	4x50+25	122	167	7,69	1,92
CUADRO 5	17482	25	0,75	33	4x10+10	60	65	4,68	1,17
CUADRO 6	16618	24	0,75	32	4x6+6	27	46	3,34	0,83
BAT. COND.	480000	692,8	1,00	692,82	3x(4x120)+240	8	1256	0,36	0,09

2.2.2.5. LÍNEAS A LOS RECEPTORES

Las líneas que llegan a los receptores forman parte del tramo que transcurre desde los cuadros auxiliares hasta los receptores.

Los conductores quedarán dimensionados para la corriente máxima que pueda solicitar el receptor o grupo de receptores. En el caso de las líneas que alimentan directamente a receptores motores, se prevé una corriente máxima igual a la máxima corriente de arranque permitida por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y en el caso de los receptores de alumbrado la corriente máxima será el producto de la corriente nominal por el factor 1,8 (ITC-BT-44).



La caída de tensión se calcula para un régimen de funcionamiento permanente, es decir, no se tiene en cuenta la condición de máxima corriente, como en el arranque de motores.

A continuación se exponen los datos sobre los cuadros auxiliares de la instalación eléctrica de la fábrica:

Cuadro Auxiliar 1:

Para las líneas de alumbrado, la caída de tensión total no debe superar el 4,5%, mientras que para otros usos será del 6.5% (ITC-BT-19 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión).

En los tramos anteriores la caída de tensión era de 3,56 voltios (1,34 voltios debido a la línea general de alimentación y 2,22 voltios del cuadro auxiliar 1), por lo tanto las caídas de tensión máximas permitidas en los tramos siguientes será:

Alumbrado (4,5%):

Monofásica:

$$\Delta V = \left(230 \times \frac{4.5}{100} \right) - 3,56 \text{ voltios} = 6.79 \text{ voltios}$$

Trifásica:

$$\Delta V = \left(400 \times \frac{4.5}{100} \right) - 3,56 \text{ voltios} = 14.44 \text{ voltios}$$

Otros usos (6.5%):

Monofásica:

$$\Delta V = \left(230 \times \frac{6.5}{100} \right) - 3,56 \text{ voltios} = 11.39 \text{ voltios}$$

Trifásica:

$$\Delta V = \left(400 \times \frac{6.5}{100} \right) - 3,56 \text{ voltios} = 22.44 \text{ voltios}$$

La distribución de las líneas del cuadro auxiliar 1 quedará de la siguiente manera:



LÍNEAS	POT. (W)	INT. (A)	F _c	I _c (A)	S (mm ²)	L (m)	I _{adm} (A)	ΔV (V)	ΔV (%)
Blindobarra 400A	277128	400	0,70	571,43	4x(2x120)+120	33	628	1,70	0,43
Puente grúa	35000	76,08	0,70	108,69	4x25+16	105	110	6,56	1,64
Puerta rápida	1100	2,21	0,70	3,15	4x2,5+2,5	25	26,5	0,49	0,12
Cargador baterías	30000	48,11	0,70	68,73	4x16+16	66	87	5,52	1,38
Alumb. Prensas 1	3200	8,31	0,74	11,23	4x1,5+1,5	75	16,5	7,14	1,79
Alumb. Prensas 2	3200	8,31	0,74	11,23	4x1,5+1,5	69	16,5	6,57	1,64
A.E. Prensas 1	74	0,32	0,74	0,43	2x1,5+1,5	70	20	0,54	0,23
Alumb. Prensas 3	3200	8,31	0,74	11,23	4x1,5+1,5	69	16,5	6,57	1,64
Alumb. Prensas 4	3200	8,31	0,74	11,23	4x1,5+1,5	75	16,5	7,14	1,79
Alumb. Prensas 5	3200	8,31	0,74	11,23	4x1,5+1,5	81	16,5	7,71	1,93
A.E. Prensas 2	82	0,36	0,74	0,48	2x1,5+1,5	82	20	0,70	0,30
Alumb. Prensas 6	3200	8,31	0,74	11,23	4x1,5+1,5	87	16,5	8,29	2,07
Alumb. Prensas 7	3200	8,31	0,74	11,23	4x1,5+1,5	93	16,5	8,86	2,21
A.E. Prensas 3	90	0,39	0,74	0,53	2x1,5+1,5	94	20	0,88	0,38
Alumb. exterior 1	900	7,04	1,00	7,04	2x1,5+1,5	55	20	5,12	2,23
Alumb. exterior 2	3600	9,35	0,74	12,64	4x2,5+2,5	140	23	9,00	2,25
Alumb. exterior 3	4000	10,39	0,74	14,04	4x2,5+2,5	120	23	8,57	2,14
C.A. Tomas de Corriente 1	66764	96,37	0,70	137,7	4x50+25	73	175	4,35	1,09
C.A. Tomas de Corriente 2	66764	96,37	0,70	137,7	4x50+25	88	175	5,25	1,31



La caída de tensión en la blindobarra según el fabricante es de 0,018V/ (1Ax100m). Calculando la caída de tensión para 400A y 50m de longitud tenemos que son 3,6V, que sumados a los 1,7V de la línea que alimenta a la blindobarra y a los 3,56V que teníamos en los tramos anteriores, hace un total de 8,86V. Por lo tanto las caídas de tensión máximas permitidas en las líneas que parten de la blindobarra serán:

Otros usos (6.5%):

Monofásica:

$$\Delta V = (230 \times \frac{6.5}{100}) - 8,86 \text{ voltios} = 6.09 \text{ voltios}$$

Trifásica:

$$\Delta V = (400 \times \frac{6.5}{100}) - 8,86 \text{ voltios} = 17.14 \text{ voltios}$$

La distribución de las líneas que parten de la blindobarra de 400A quedará de la siguiente manera:

LÍNEAS	POT. (W)	INT. (A)	F _c	I _c (A)	S (mm ²)	L (m)	I _{adm} (A)	ΔV (V)	ΔV (%)
Prensa 250Tn 1	15000	31,47	1,00	31,47	4x6+6	12	46	1,34	0,33
Prensa 250Tn 2	15000	31,47	1,00	31,47	4x6+6	12	46	1,34	0,33
Prensa 250Tn 3	15000	31,47	1,00	31,47	4x6+6	12	46	1,34	0,33
Prensa 250Tn 4	15000	31,47	1,00	31,47	4x6+6	12	46	1,34	0,33
Prensa 400Tn	17000	35,66	1,00	35,66	4x6+6	12	46	1,52	0,38
Prensa 640Tn	36800	78,11	1,00	78,11	4x16+16	12	87	1,23	0,31



Cuadro Auxiliar 2:

Para las líneas de alumbrado, la caída de tensión total no debe superar el 4,5%, mientras que para otros usos será del 6.5% (ITC-BT-19 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión).

En los tramos anteriores la caída de tensión era de 4,5 voltios (1,34 voltios debido a la línea general de alimentación y 3,16 voltios del cuadro auxiliar 2), por lo tanto las caídas de tensión máximas permitidas en los tramos siguientes será:

Alumbrado (4,5%):

Monofásica:

$$\Delta V = \left(230 \times \frac{4.5}{100} \right) - 4,5 \text{ voltios} = 5.85 \text{ voltios}$$

Trifásica:

$$\Delta V = \left(400 \times \frac{4.5}{100} \right) - 4,5 \text{ voltios} = 13.5 \text{ voltios}$$

Otros usos (6.5%):

Monofásica:

$$\Delta V = \left(230 \times \frac{6.5}{100} \right) - 4,5 \text{ voltios} = 10.45 \text{ voltios}$$

Trifásica:

$$\Delta V = \left(400 \times \frac{6.5}{100} \right) - 4,5 \text{ voltios} = 21.5 \text{ voltios}$$

Así, la distribución de las líneas del Cuadro Auxiliar 2 quedará de la siguiente forma:

LÍNEAS	POT. (W)	INT. (A)	F _c	I _c (A)	S (mm ²)	L (m)	I _{adm} (A)	ΔV (V)	ΔV (%)
Blindobarra 1 800 A	554256	800	0,70	1142,86	4x(3x185)+2x150	12	1245	0,53	0,13
Blindobarra 2 800 A	554256	800	0,70	1142,86	4x(3x185)+2x150	28	1245	1,25	0,31
Water System 1	11000	23,91	0,70	34,16	4x6+6	75	46	6,14	1,53
Water System 2	11000	23,91	0,70	34,16	4x6+6	80	46	6,55	1,64



LÍNEAS	POT. (W)	INT. (A)	F _c	I _c (A)	S (mm ²)	L (m)	I _{adm} (A)	ΔV (V)	ΔV (%)
Exhausting System 1	1500	4,04	0,70	5,77	4x2,5+2,5	52	26,50	1,39	0,35
Exhausting System 2	1500	4,04	0,70	5,77	4x2,5+2,5	59	26,50	1,58	0,40
Exhausting System 3	1500	4,04	0,70	5,77	4x2,5+2,5	96	26,50	2,57	0,64
Exhausting System 4	1500	4,04	0,70	5,77	4x2,5+2,5	103	26,50	2,76	0,69
Puerta rápida	1100	2,21	0,70	3,15	4x2,5+2,5	101	26,50	1,98	0,50
Alumbrado Soldaduras 1	2000	5,20	0,74	7,02	4x1,5+1,5	42	16,50	2,50	0,63
Alumbrado Soldaduras 2	2000	5,20	0,74	7,02	4x1,5+1,5	48	16,50	2,86	0,71
Alumbrado Soldaduras 3	2000	5,20	0,74	7,02	4x1,5+1,5	54	16,50	3,21	0,80
Alumbrado Soldaduras 4	2000	5,20	0,74	7,02	4x1,5+1,5	60	16,50	3,57	0,89
Alumbrado emergencia Soldaduras 1	96	0,42	0,74	0,56	2x1,5+1,5	56	20,00	0,16	0,04
Alumbrado Soldaduras 5	2400	6,24	0,74	8,43	4x1,5+1,5	86	16,50	6,14	1,54
Alumbrado Soldaduras 6	2400	6,24	0,74	8,43	4x1,5+1,5	92	16,50	6,57	1,64
Alumbrado Soldaduras 7	2400	6,24	0,74	8,43	4x1,5+1,5	98	16,50	7,00	1,75
Alumbrado Soldaduras 8	2400	6,24	0,74	8,43	4x1,5+1,5	104	16,50	7,43	1,86



LÍNEAS	POT. (W)	INT. (A)	F _c	I _c (A)	S (mm ²)	L (m)	I _{adm} (A)	ΔV (V)	ΔV (%)
Alumbrado emergencia Soldaduras 2	96	0,42	0,74	0,56	2x1,5+1,5	116	20,00	0,33	0,08
Cuadros auxiliares Tomas de Corriente 3	66764	96,37	0,70	137,67	4x50+25	73	175	4,35	1,09
Cuadros auxiliares Tomas de Corriente 4	66764	96,37	0,70	137,67	4x50+25	88	175	5,25	1,31

La caída de tensión en la blindobarra 1 según el fabricante es de 0,008V/ (1Ax100m). Calculando la caída de tensión para 800A y 70m de longitud tenemos que son 4,48V, que sumados a los 0,53V de la línea que alimenta a la blindobarra y a los 4,5V que teníamos en los tramos anteriores, hace un total de 9,51V. Por lo tanto las caídas de tensión máximas permitidas en las líneas que parten de la blindobarra serán:

Otros usos (6.5%):

Monofásica:

$$\Delta V = (230 \times \frac{6.5}{100}) - 9,51 \text{ voltios} = 5.44 \text{ voltios}$$

Trifásica:

$$\Delta V = (400 \times \frac{6.5}{100}) - 9,51 \text{ voltios} = 16.49 \text{ voltios}$$

La distribución de las líneas que parten de la blindobarra 1 de 800A quedará de la siguiente manera:



LÍNEAS	POT. (W)	INT. (A)	F _c	I _c (A)	S (mm ²)	L (m)	I _{adm} (A)	ΔV (V)	ΔV (%)
Soldadura VW 120 Up RHD	45000	121,18	1	121,18	4x35+16	17	144	0,98	0,24
Soldadura VW 120 Up LHD 1	45000	121,18	1	121,18	4x35+16	17	144	0,98	0,24
Soldadura Fiat Control Arm 330	45000	115,99	1	115,99	4x35+16	17	144	0,98	0,24
Assembly Bushing Fiat Control Arm	4500	9,12	1	9,12	4x2,5+2,5	17	26,50	1,37	0,34
Soldadura PSA Subframe	60000	152,47	1	152,47	4x50+25	17	175	0,91	0,23

La caída de tensión en la blindobarra 2 según el fabricante es de 0,008V/ (1Ax100m). Calculando la caída de tensión para 800A y 70m de longitud tenemos que son 4,48V, que sumados a los 1,25V de la línea que alimenta a la blindobarra y a los 4,5V que teníamos en los tramos anteriores, hace un total de 10,23V. Por lo tanto las caídas de tensión máximas permitidas en las líneas que parten de la blindobarra serán:

Otros usos (6.5%):

Monofásica:

$$\Delta V = \left(230 \times \frac{6.5}{100} \right) - 10,23 \text{ voltios} = 4.72 \text{ voltios}$$

Trifásica:

$$\Delta V = \left(400 \times \frac{6.5}{100} \right) - 10,23 \text{ voltios} = 15.77 \text{ voltios}$$

La distribución de las líneas que parten de la blindobarra 2 de 800A quedará de la siguiente manera:



LÍNEAS	POT. (W)	INT. (A)	F _c	I _c (A)	S (mm ²)	L (m)	I _{adm} (A)	ΔV (V)	ΔV (%)
Soldadura VW 120 Up LHD 2	45000	121,18	1	121,18	4x35+16	17	144	0,98	0,24
Soldadura VW 120 Up RHD Assembly	28000	61,61	1	61,61	4x16+16	17	87	1,33	0,33
Soldadura Audi Rear Bumper	38000	97,94	1	97,94	4x25+16	17	110	1,15	0,29
Soldadura Audi Front Bumper	38000	97,94	1	97,94	4x25+16	17	110	1,15	0,29
Soldadura PSA A9 Bumper 1	35000	86,50	1	86,50	4x25+16	17	110	1,06	0,27
Soldadura PSA A9 Bumper 2	35000	86,50	1	86,50	4x25+16	17	110	1,06	0,27

Cuadro Auxiliar 3:

Para las líneas de alumbrado, la caída de tensión total no debe superar el 4,5%, mientras que para otros usos será del 6.5% (ITC-BT-19 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión).

En los tramos anteriores la caída de tensión era de 6,83 voltios (1,34 voltios debido a la línea general de alimentación y 5,49 voltios del cuadro auxiliar 3), por lo tanto las caídas de tensión máximas permitidas en los tramos siguientes será:

Alumbrado (4,5%):

Monofásica:

$$\Delta V = \left(230 \times \frac{4.5}{100} \right) - 6,83 \text{ voltios} = 3.52 \text{ voltios}$$

Trifásica:

$$\Delta V = \left(400 \times \frac{4.5}{100} \right) - 6,83 \text{ voltios} = 11.17 \text{ voltios}$$



Otros usos (6.5%):

Monofásica:

$$\Delta V = \left(230 \times \frac{6.5}{100} \right) - 6,83 \text{ voltios} = 8.12 \text{ voltios}$$

Trifásica:

$$\Delta V = \left(400 \times \frac{6.5}{100} \right) - 6,83 \text{ voltios} = 19.17 \text{ voltios}$$

Por lo tanto, la distribución de líneas del cuadro auxiliar 3 quedará de la siguiente forma:

LÍNEA	POT. (W)	INT. (A)	F _c	I _c (A)	S (mm ²)	L (m)	I _{adm} (A)	ΔV (V)	ΔV (%)
Compresor 1	36000	78,26	0,90	86,95	4x25+16	9	110	0,58	0,14
Compresor 2	36000	78,26	0,90	86,95	4x25+6	11	110	0,71	0,18
Alumbrado Compresores	232	1,82	1,00	1,82	2x1,5+1,5	8	20	0,19	0,08
Alumbrado emergencia Compresores	16	0,07	1,00	0,07	2x1,5+1,5	5	20	0,01	0,01
T. de corriente monofásicas	3680	16	1,00	16	2x2,5+2,5	6	26,5	1,37	0,60

Cuadro Auxiliar 4:

Para las líneas de alumbrado, la caída de tensión total no debe superar el 4,5%, mientras que para otros usos será del 6.5% (ITC-BT-19 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión).

En los tramos anteriores la caída de tensión era de 9,03 voltios (1,34 voltios debido a la línea general de alimentación y 7,69 voltios del cuadro auxiliar 4), por lo tanto las caídas de tensión máximas permitidas en los tramos siguientes será:



Alumbrado (4,5%):

Monofásica:

$$\Delta V = \left(230 \times \frac{4.5}{100} \right) - 9,03 \text{ voltios} = 1.32 \text{ voltios}$$

Trifásica:

$$\Delta V = \left(400 \times \frac{4.5}{100} \right) - 9,03 \text{ voltios} = 8.97 \text{ voltios}$$

Otros usos (6.5%):

Monofásica:

$$\Delta V = \left(230 \times \frac{6.5}{100} \right) - 9,03 \text{ voltios} = 5.92 \text{ voltios}$$

Trifásica:

$$\Delta V = \left(400 \times \frac{6.5}{100} \right) - 9,03 \text{ voltios} = 16.97 \text{ voltio}$$

Por lo tanto, la distribución de líneas del cuadro auxiliar 4 quedará de la siguiente forma:

LÍNEA	POT. (W)	INT. (A)	F _c	I _c (A)	S (mm ²)	L (m)	I _{adm} (A)	ΔV (V)	ΔV (%)
Rectificadora	1490	3,02	0,70	4,32	4x2,5+2,5	67	26,5	1,78	0,45
Torno	7460	15,29	0,70	21,84	4x2,5+2,5	63	26,5	8,39	2,10
Fresadora	500	1,01	0,70	1,45	4x2,5+2,5	77	26,5	0,69	0,17
Muelle 1	1470	2,95	0,70	4,21	4x2,5+2,5	38	26,5	1,00	0,25
Muelle 2	1470	2,95	0,70	4,21	4x2,5+2,5	43	26,5	1,13	0,28
Puerta rápida	1100	2,21	0,70	3,15	4x2,5+2,5	37	26,5	0,73	0,18
Alumbrado Matricería 1	2800	7,27	0,74	9,83	4x2,5+2,5	71	23	3,55	0,89
Alumbrado Matricería 2	2800	7,27	0,74	9,83	4x2,5+2,5	78	23	3,90	0,98
Alumbrado Matricería 3	2800	7,27	0,74	9,83	4x2,5+2,5	85	23	4,25	1,06



LÍNEA	POT. (W)	INT. (A)	F _c	I _c (A)	S (mm ²)	L (m)	I _{adm} (A)	ΔV (V)	ΔV (%)
A.E. Matricería	106	0,46	0,74	0,62	2x1,5+1,5	74	20	0,81	0,35
Alumbrado Oficina Matricería	432	3,38	0,70	4,83	2x1,5+1,5	16	20	0,72	0,31
A.E. Matricería	16	0,07	0,70	0,10	2x1,5+1,5	14	20	0,02	0,01
T.C.monofásicas Oficina Matricería	3680	16	0,70	22,86	2x2,5+2,5	20	26,5	4,57	1,99
C.A.Tomas de Corriente 5	44509	64,24	0,70	91,78	4x25+16	73	110	5,80	1,45

Cuadro Auxiliar 5:

Para las líneas de alumbrado, la caída de tensión total no debe superar el 4,5%, mientras que para otros usos será del 6.5% (ITC-BT-19 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión).

En los tramos anteriores la caída de tensión era de 6,02 voltios (1,34 voltios debido a la línea general de alimentación y 4,68 voltios del cuadro auxiliar 5), por lo tanto las caídas de tensión máximas permitidas en los tramos siguientes será:

Alumbrado (4,5%):

Monofásica:

$$\Delta V = \left(230 \times \frac{4.5}{100} \right) - 6,02 \text{ voltios} = 4.33 \text{ voltios}$$

Trifásica:

$$\Delta V = \left(400 \times \frac{4.5}{100} \right) - 6,02 \text{ voltios} = 11.98 \text{ voltios}$$



Otros usos (6.5%):

Monofásica:

$$\Delta V = (230 \times \frac{6.5}{100}) - 6,02 \text{ voltios} = 8.93 \text{ voltios}$$

Trifásica:

$$\Delta V = (400 \times \frac{6.5}{100}) - 6,02 \text{ voltios} = 19.98 \text{ voltios}$$

Acorde con estos datos, la distribución del cuadro auxiliar 5 quedará de la siguiente manera:

LÍNEA	POT. (W)	INT. (A)	F _c	I _c (A)	S (mm ²)	L (m)	I _{adm} (A)	ΔV (V)	ΔV (%)
Alumbrado Oficina Producción y Oficina Logística	576	4,51	0,62	7,27	2x1,5+1,5	20	20	1,19	0,52
Alumbrado Oficina Calidad y Oficina Ingeniería	720	5,63	0,62	9,09	2x1,5+1,5	16	20	1,19	0,52
Alumbrado emergencia oficinas Producción, Logística, Calidad e Ingeniería	64	0,28	0,62	0,45	2x1,5+1,5	20	20	0,13	0,06
Alumbrado Sala reuniones y Administración	720	5,63	0,62	9,09	2x1,5+1,5	18	20	1,34	0,58
Alumbrado Recepción y Pasillos	414	3,24	0,62	5,23	2x1,5+1,5	15	20	0,64	0,28
Alumbrado Aseos	140	1,10	0,62	1,77	2x1,5+1,5	9	20	0,13	0,06
Alumbrado emergencia Sala reuniones, Administración, Recepción, Pasillos y Aseos	128	0,56	0,62	0,90	2x1,5+1,5	18	20	0,24	0,10



LÍNEA	POT. (W)	INT. (A)	F _c	I _c (A)	S (mm ²)	L (m)	I _{adm} (A)	ΔV (V)	ΔV (%)
Tomas de corriente monofásicas Oficina Producción y Oficina Logística	3680	16	0,62	25,81	2x2,5+2,5	23	26,5	5,26	2,29
Tomas de corriente monofásicas Oficina Calidad y Sala Reuniones	3680	16	0,62	25,81	2x2,5+2,5	19	26,5	4,34	1,89
Tomas de corriente monofásicas Ingeniería, Administración y Recepción	3680	16	0,62	25,81	2x2,5+2,5	21	26,5	4,80	2,09
Tomas de corriente monofásicas Pasillos y Aseos	3680	16	0,62	25,81	2x2,5+2,5	15	26,5	3,43	1,49

Cuadro Auxiliar 6:

Para las líneas de alumbrado, la caída de tensión total no debe superar el 4,5%, mientras que para otros usos será del 6.5% (ITC-BT-19 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión).

En los tramos anteriores la caída de tensión era de 4,68 voltios (1,34 voltios debido a la línea general de alimentación y 3,34 voltios del cuadro auxiliar 6), por lo tanto las caídas de tensión máximas permitidas en los tramos siguientes será:

Alumbrado (4,5%):

Monofásica:

$$\Delta V = \left(230 \times \frac{4.5}{100} \right) - 4,68 \text{ voltios} = 5.67 \text{ voltios}$$

Trifásica:

$$\Delta V = \left(400 \times \frac{4.5}{100} \right) - 4,68 \text{ voltios} = 13.32 \text{ voltios}$$



Otros usos (6.5%):

Monofásica:

$$\Delta V = (230 \times \frac{6.5}{100}) - 4,68 \text{ voltios} = 10.27 \text{ voltios}$$

Trifásica:

$$\Delta V = (400 \times \frac{6.5}{100}) - 4,68 \text{ voltios} = 21.32 \text{ voltios}$$

Por lo tanto, la distribución de líneas del cuadro auxiliar 6 quedará de la siguiente forma:

LÍNEA	POT. (W)	INT. (A)	F _c	I _c (A)	S (mm ²)	L (m)	I _{adm} (A)	ΔV (V)	ΔV (%)
Alumbrado vestuario N°1	492	3,85	0,62	6,21	2x1,5+1,5	23	20	1,17	0,51
Alumbrado vestuario N°2	194	1,52	0,62	2,45	2x1,5+1,5	14	20	0,28	0,12
Alumbrado Acceso vestuarios y cuarto limpieza	332	2,60	0,62	4,19	2x1,5+1,5	20	20	0,69	0,30
A. E. vestuarios	144	0,63	0,62	1,01	2x1,5+1,5	26	20	0,39	0,17
Alumbrado zona duchas vestuario N°1	270	2,11	0,62	3,41	2x1,5+1,5	18	20	0,50	0,22
Alumbrado zona duchas vestuario N°2	162	1,27	0,62	2,04	2x1,5+1,5	11	20	0,18	0,08
Alumbrado emergencia vestuarios zona duchas	64	0,28	0,62	0,45	2x1,5+1,5	16	20	0,11	0,05
Alumbrado cantina	216	0,94	0,62	1,51	2x1,5+1,5	28	20	0,63	0,27
Alumbrado emergencia cantina	24	0,10	0,62	0,17	2x1,5+1,5	30	20	0,07	0,03



LÍNEA	POT. (W)	INT. (A)	F _c	I _c (A)	S (mm ²)	L (m)	I _{adm} (A)	ΔV (V)	ΔV (%)
Tomas de corriente monofásicas vestuario N°1	3680	16	0,62	25,81	2x2,5+2,5	26	26,5	5,94	2,58
Tomas de corriente monofásicas vestuario N°2	3680	16	0,62	25,81	2x2,5+2,5	17	26,5	3,89	1,69
Tomas de corriente monofásicas Acceso vestuarios Y Cuarto Limpieza	3680	16	0,62	25,81	2x2,5+2,5	10	26,5	2,29	0,99
Tomas de corriente monofásicas cantina	3680	16	0,62	25,81	2x2,5+2,5	14	26,5	3,20	1,39



2.3. CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES



2.3.1. CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

Mediante el cálculo de la corriente de cortocircuito en diferentes puntos de una instalación se puede determinar el poder de corte de los dispositivos de protección en los puntos considerados, estos puntos serán las entradas a los cuadros de distribución, las cajas de protecciones y los puntos en los que haya un cambio en la sección de los conductores.

En la protección contra sobrecargas y cortocircuitos se utilizarán interruptores automáticos y fusibles, por lo que en los siguientes apartados se exponen los valores de las I_{cc} calculadas mediante el método descrito en la memoria.

2.3.1.1. SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR

En primer lugar se calculará la impedancia aguas arriba del transformador, para ello es necesario conocer la potencia de cortocircuito que proporciona la red. Este es un dato que ha de suministrar la Compañía Suministradora (Iberdrola S.A.). En este caso la potencia de cortocircuito es:

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

La impedancia aguas arriba del transformador será:

$$Z_{MT} = \frac{V_L^2}{S_{cc}} = \frac{13200^2}{500 * 10^6} = 0,348 \Omega ,$$

Siendo V_L la tensión de la línea de distribución en media tensión.

La corriente de cortocircuito en el punto de entronque con la red de media tensión será:

$$I_{ccMT} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} * V_L} = \frac{500 * 10^6}{\sqrt{3} * 13200} = 21,9 \text{ kA}$$

La impedancia de la red de media tensión está referida al primario del transformador, por lo que para equipararla a las impedancias de la instalación, se debe referir al secundario del transformador:

$$Z_{MT2} = \frac{Z_{MT}}{a^2} = \frac{0,348}{33^2} = 3,196 \cdot 10^{-4} \Omega$$

Siendo a la relación de transformación del transformador ($\frac{13200}{400} = 33$), y dado el bajo valor de esta impedancia de la red, se desprecia la misma para el cálculo de las corrientes de cortocircuito de la instalación.



La impedancia de cortocircuito del transformador la proporciona el fabricante para una temperatura de 75° C en forma de tensión de cortocircuito, siendo este valor del 6%. La impedancia aguas arriba del transformador y las impedancias de la aparamenta se pueden despreciar frente a la impedancia del transformador como caso más desfavorable.

Por tanto, la intensidad de cortocircuito en el secundario del transformador se puede calcular de la siguiente manera:

$$Z_{Transformador} = U_{cc} * \frac{U}{S} = 0,06 * \frac{400^2}{1600 * 10^3} = 6m\Omega$$

$$I_{cc} = \frac{V_L / \sqrt{3}}{Z_{Transformador}} = \frac{400 / \sqrt{3}}{0,006} = 38,49 \text{ kA}$$

La resistencia de cortocircuito referida al secundario del transformador se puede calcular a partir de las pérdidas en el cobre del transformador, que en este caso son de 3100W según el fabricante:

$$P_{Cu} = 3 * R_{Transformador} * I_N^2 \Rightarrow R_{Transformador} = \frac{P_{Cu}}{3 * I_N^2} = \frac{3100}{3 * 2309,40^2} = 0,194m\Omega$$

Por lo tanto la reactancia de cortocircuito referida al secundario del transformador será:

$$X_{Transformador} = \sqrt{Z_{Transformador}^2 - R_{Transformador}^2} = \sqrt{6^2 - 0,194^2} = 6m\Omega$$

2.3.1.2. GRUPO ELECTROGENO

Según el fabricante la reactancia transitoria del grupo electrógeno es del 22%, por lo tanto la intensidad de cortocircuito del grupo electrógeno será:

$$I_{cc} = \frac{I_N}{x'_d} * 100 = \frac{S / \sqrt{3} * V_L}{x'_d} * 100 = \frac{1600 / \sqrt{3} * 400}{22} * 100 = 10,5kA$$

Dónde:

I_{cc} es la intensidad de cortocircuito en los terminales del generador

I_N es la intensidad nominal del generador

S es la potencia nominal del generador

V_L es la tensión de línea del generador

x'_d es la reactancia transitoria del generador



Como se puede comprobar, la intensidad de cortocircuito en los terminales del grupo electrógeno es del orden de 4 veces inferior a la intensidad de cortocircuito en el secundario del transformador. Por lo tanto para los siguientes cálculos se tendrá en cuenta la intensidad de cortocircuito en el secundario del transformador como caso más desfavorable.

2.3.1.3. CUADRO DE BAJA TENSIÓN EN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

La corriente de cortocircuito al final de la línea que parte del secundario del transformador hasta el cuadro de baja tensión en el centro de transformación se puede calcular como el producto entre la tensión de alimentación y la suma de la impedancia del transformador y la de la línea.

Sección: $5 \times 240 \text{ mm}^2$

Longitud: 10 m.

- Resistencia: $R_1 = \rho_{Cu} (\text{m}\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}) \times \frac{L(\text{m})}{S(\text{mm}^2)} = 17 \times \frac{10}{1200} = 0,142 \text{ m}\Omega$

- Reactancia: $X_1 = 0,08 \text{ m}\Omega / \text{m} \times 10 \text{ m} = 0,8 \text{ m}\Omega$

Resistencia de cortocircuito (R_{cc}) = $R_{Transformador} + R_1 = 0,34 \text{ m}\Omega$

Reactancia de cortocircuito (X_{cc}) = $X_{Transformador} + X_1 = 6,8 \text{ m}\Omega$

- Impedancia total (Z_t):

$$Z_{cc} = \sqrt{R_{cc}^2 + X_{cc}^2} = \sqrt{(0,34 \times 10^{-3})^2 + (6,8 \times 10^{-3})^2} = 6,81 \text{ m}\Omega$$

y por tanto, la corriente de cortocircuito al final de la línea que parte del secundario del transformador es:

$$I_{cc} = \frac{V_L / \sqrt{3}}{Z_{cc}} = \frac{400 / \sqrt{3}}{0,00681} = 33,9 \text{ kA}$$



2.3.1.4. CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

La corriente de cortocircuito al final de la línea general al cuadro general de distribución se puede calcular como el producto entre la tensión de alimentación y la suma de la impedancia del transformador, de la línea al cuadro del centro de transformación y la de la línea de alimentación al cuadro general de distribución.

Sección: $6 \times 240 \text{ mm}^2$

Longitud: 15 m

- Resistencia: $R_2 = \rho_{Cu} (m\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}) \times \frac{L(m)}{S(\text{mm}^2)} = 17 \times \frac{15}{1440} = 0,18 m\Omega$
- Reactancia: $X_2 = 0,08 m\Omega / \text{m} \times 15 \text{ m} = 1,2 m\Omega$

Resistencia de cortocircuito (R_{cc}) = $R_{Transformador} + R_1 + R_2 = 0,52 m\Omega$

Reactancia de cortocircuito (X_{cc}) = $X_{Transformador} + X_1 + X_2 = 8 m\Omega$

- Impedancia total (Z_t):

$$Z_{cc} = \sqrt{R_{cc}^2 + X_{cc}^2} = \sqrt{(0,52 \times 10^{-3})^2 + (8 \times 10^{-3})^2} = 8,01 \text{ m}\Omega$$

y por tanto, la corriente de cortocircuito en el cuadro general de distribución es:

$$I_{cc} = \frac{V_L / \sqrt{3}}{Z_{cc}} = \frac{400 / \sqrt{3}}{8,01} = 28,8 \text{ kA}$$

2.3.1.5. CUADROS AUXILIARES

A continuación se exponen en tablas los datos necesarios, como longitud, sección, resistencia y reactancia del conductor, y la resistencia y reactancia aguas arriba, así como la tensión de líneas de cada derivación, y los resultados obtenidos para el cálculo de corrientes de cortocircuito de cada línea de la instalación, siguiendo el mismo método de cálculo explicado en anteriormente, así como en la memoria.



1.- Cuadros Auxiliares:

LÍNEA	L (m)	S (m)	V _L (V)	R _{parc} (mΩ)	X _{parc} (mΩ)	R _{cc} (mΩ)	X _{cc} (mΩ)	Z _{cc} (mΩ)	I _{cc} _{max} (KA)	I _{cc} _{min} (KA)
Cuadro N°1	47	4x(2x240)+240	400	1,66	3,76	2,18	11,76	11,96	28,8	19,31
Cuadro N°2	66	4x(5x240)+3x240	400	0,94	5,28	1,45	13,28	13,36	28,8	17,29
Cuadro N°3	81	4x50+25	400	27,54	6,48	28,05	14,48	31,57	28,8	7,32
Cuadro N°4	122	4x50+25	400	41,48	9,76	41,99	17,76	45,59	28,8	5,07
Cuadro N°5	60	4x10+10	400	102,00	4,80	102,51	12,80	103,31	28,8	2,24
Cuadro N°6	27	4x6+6	400	76,50	2,16	77,01	10,16	77,68	28,8	2,97
Bateria Cond.	8	3x(4x120)+240	400	0,28	0,64	0,80	8,64	8,67	28,8	26,63

Donde,

R_{parc} = Resistencia parcial de la línea.

X_{parc} = Reactancia parcial de la línea.

R_{cc} = Resistencia de cortocircuito de la línea.

X_{cc} = Reactancia de cortocircuito de la línea.

Z_{cc} = Impedancia total de cortocircuito.

I_{cc}_{min} = Intensidad de cortocircuito de la propia línea.

I_{cc}_{max} = Intensidad de cortocircuito del cuadro.

S = Sección en mm² que se elige del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y que debe de ser válida para una intensidad admisible mayor que la calculada.

L = Longitud en metros desde el cuadro general de alimentación hasta el cuadro auxiliar.



2.- Líneas del cuadro Auxiliar 1:

LÍNEAS	L (m)	S (m)	V _L (V)	R _{parc} (mΩ)	X _{parc} (mΩ)	R _{cc} (mΩ)	X _{cc} (mΩ)	Z _{cc} (mΩ)	I _{cc} _{min} (KA)	I _{cc} _{max} (KA)
Blindobarra 400A	33	4x(2x120)+120	400	1,66	3,76	2,18	11,76	11,96	15,31	19,31
Prensa 250Tn 1	12	4x6+6	400	34	0,96	38,51	15,36	41,46	5,57	15,31
Prensa 250Tn 2	12	4x6+6	400	34	0,96	38,51	15,36	41,46	5,57	15,31
Prensa 250Tn 3	12	4x6+6	400	34	0,96	38,51	15,36	41,46	5,57	15,31
Prensa 250Tn 4	12	4x6+6	400	34	0,96	38,51	15,36	41,46	5,57	15,31
Prensa 400Tn	12	4x6+6	400	34	0,96	38,51	15,36	41,46	5,57	15,31
Prensa 640Tn	12	4x16+16	400	12,75	0,96	17,26	15,36	23,11	9,99	15,31
Puente grúa	105	4x25+16	400	71,40	8,40	73,58	20,16	76,29	3,03	19,31
Puerta rápida	25	4x2,5+2,5	400	170	2,00	172,2	13,76	172,7	1,34	19,31
Cargador baterías	66	4x16+16	400	70,13	5,28	72,30	17,04	74,28	3,11	19,31
Alumbrado Prensas 1	75	4x1,5+1,5	400	850	6,00	852,2	17,76	852,4	0,27	19,31
Alumbrado Prensas 2	69	4x1,5+1,5	400	782	5,52	784,2	17,28	784,4	0,29	19,31
Alumbrado emergencia Prensas 1	70	2x1,5+1,5	230	793,3	5,60	795,5	17,36	795,4	0,17	19,31
Alumbrado Prensas 3	69	4x1,5+1,5	400	782	5,52	784,2	17,28	784	0,29	19,31
Alumbrado Prensas 4	75	4x1,5+1,5	400	850	6,00	852,2	17,76	852,4	0,27	19,31



LÍNEAS	L (m)	S (m)	V _L (V)	R _{parc} (mΩ)	X _{parc} (mΩ)	R _{cc} (mΩ)	X _{cc} (mΩ)	Z _{cc} (mΩ)	I _{cc} _{min} (KA)	I _{cc} _{max} (KA)
Alumbrado Prensas 5	81	4x1,5+1,5	400	918	6,48	920,2	18,24	920,3	0,25	19,31
Alumbrado emergencia Prensas 2	82	2x1,5+1,5	230	929,3	6,56	931,5	18,32	931,7	0,14	19,31
Alumbrado Prensas 6	87	4x1,5+1,5	400	986	6,96	988,2	18,72	988,3	0,23	19,31
Alumbrado Prensas 7	93	4x1,5+1,5	400	1054	7,44	1056	19,20	1056	0,22	19,31
Alumbrado emergencia Prensas 3	94	2x1,5+1,5	230	1065	7,52	1067	19,28	1067	0,12	19,31
Alumbrado exterior 1 (entrada)	55	2x1,5+1,5	230	623,4	4,40	625,5	16,16	625,7	0,21	19,31
Alumbrado exterior 2	140	4x2,5+2,5	400	952	11,20	954,2	22,96	954,4	0,24	19,31
Alumbrado exterior 3	120	4x2,5+2,5	400	816	9,60	818,2	21,36	818,5	0,28	19,31
C. A. Tomas de Corriente 1	73	4x50+25	400	71,4	8,40	73,58	20,16	76,29	3,03	19,31
C.A. Tomas de Corriente 2	88	4x50+25	400	170	2,00	172,2	13,76	172,7	1,34	19,31



3.- Líneas del cuadro auxiliar 2:

LÍNEAS	L (m)	S (m)	V _L (V)	R _{parc} (mΩ)	X _{parc} (mΩ)	R _{cc} (mΩ)	X _{cc} (mΩ)	Z _{cc} (mΩ)	I _{cc} _{min} (KA)	I _{cc} _{max} (KA)
Blindobarra 1 800A	12	4x(3x185)+2x150	400	0,37	0,96	1,82	14,24	14,35	16,09	17,29
Soldadura VW 120 Up RHD	17	4x35+16	400	8,26	1,36	10,07	15,60	18,57	12,44	16,09
Soldadura VW 120 Up LHD 1	17	4x35+16	400	8,26	1,36	10,07	15,60	18,57	12,44	16,09
Soldadura Fiat Control Arm 330	17	4x35+16	400	8,26	1,36	10,07	15,60	18,57	12,44	16,09
Assembly Bushing Fiat Control Arm	17	4x2,5+2,5	400	115,6	1,36	117,4	15,60	118,4	1,95	16,09
Soldadura PSA Subframe	17	4x50+25	400	5,78	1,36	7,60	15,60	17,35	13,31	16,09
Blindobarra 2 800A	28	4x(3x185)+2x150	400	0,86	2,24	2,31	15,52	15,69	14,72	17,29
Soldadura VW 120 Up LHD 2	17	4x35+16	400	8,26	1,36	10,56	16,88	19,91	11,60	14,72
Soldadura VW 120 Up RHD Assembly Tucker	17	4x16+16	400	18,06	1,36	20,37	16,88	26,45	8,73	14,72
Soldadura Audi Front Rear	17	4x25+16	400	11,56	1,36	13,87	16,88	21,84	10,57	14,72
Soldadura Audi Front Bumper	17	4x25+16	400	11,56	1,36	13,87	16,88	21,84	10,57	14,72



LÍNEAS	L (m)	S (m)	V _L (V)	R _{parc} (mΩ)	X _{parc} (mΩ)	R _{cc} (mΩ)	X _{cc} (mΩ)	Z _{cc} (mΩ)	I _{cc_min} (KA)	I _{cc_max} (KA)
Soldadura PSA A9 Bumper 1	17	4x25+16	400	11,56	1,36	13,87	16,88	21,84	10,57	14,72
Soldadura PSA A9 Bumper 2	17	4x25+16	400	11,56	1,36	13,87	16,88	21,84	10,57	14,72
Water System 1	75	4x6+T6	400	212,5	6,00	213,9	19,28	214,8	1,08	17,29
Water System 2	80	4x6+6	400	226,7	6,40	228,1	19,68	228,9	1,01	17,29
Exhausting System 1	52	4x2,5+2,5	400	353,6	4,16	355	17,44	355,4	0,65	17,29
Exhausting System 2	59	4x2,5+2,5	400	401,2	4,72	402,6	18,00	403,0	0,57	17,29
Exhausting System 3	96	4x2,5+2,5	400	652,8	7,68	654,2	20,96	654,5	0,35	17,29
Exhausting System 4	103	4x2,5+2,5	230	700,4	8,24	701,8	21,52	702,1	0,33	17,29
P. rápida	101	4x2,5+2,5	400	686,8	8,08	688,2	21,36	688,5	0,34	17,29
Alumbrado Soldadura 1	42	4x1,5+1,5	400	476	3,36	477,4	16,64	477,7	0,48	17,29
Alumbrado Soldadura 2	48	4x1,5+1,5	400	544	3,84	545,4	17,12	545,7	0,42	17,29
Alumbrado Soldadura 3	54	4x1,5+1,5	230	612,0	4,32	613,4	17,60	613,7	0,38	17,29
Alumbrado Soldadura 4	60	4x1,5+1,5	400	680	4,80	681,4	18,08	681,6	0,34	17,29



LÍNEAS	L (m)	S (m)	V _L (V)	R _{parc} (mΩ)	X _{parc} (mΩ)	R _{cc} (mΩ)	X _{cc} (mΩ)	Z _{cc} (mΩ)	I _{cc} _{min} (KA)	I _{cc} _{max} (KA)
Alumbrado emergencia Soldaduras 1	56	2x1,5+1,5	230	634,6	4,48	636,1	17,76	636,3	0,21	17,29
Alumbrado Soldaduras 5	86	4x1,5+1,5	230	974,6	6,88	976,1	20,16	976,3	0,24	17,29
Alumbrado Soldaduras 6	92	4x1,5+1,5	230	1042	7,36	1044	20,64	1044	0,22	17,29
Alumbrado Soldaduras 7	98	4x1,5+1,5	400	1110	7,84	1112	21,12	1112	0,21	17,29
Alumbrado Soldaduras 8	104	4x1,5+1,5	400	1178	8,32	1180	21,60	1180	0,20	17,29
Alumbrado emergencia Soldaduras 2	116	2x1,5+1,5	230	1314	9,28	1316	22,56	1316	0,10	17,29
Cuadros auxiliares Tomas de Corriente 3	73	4x50+25	400	24,82	5,84	26,27	19,12	32,49	7,11	17,29
Cuadros auxiliares Tomas de Corriente 4	88	4x50+25	400	29,92	7,04	31,37	20,32	37,37	6,18	17,29



4.- Líneas del cuadro auxiliar 3:

LÍNEA	L (m)	S (m)	V _L (V)	R _{parc} (mΩ)	X _{parc} (mΩ)	R _{cc} (mΩ)	X _{cc} (mΩ)	Z _{cc} (mΩ)	I _{cc} _{min} (KA)	I _{cc} _{max} (KA)
Compresor 1	9	4x25+16	400	6,12	0,72	34,17	15,20	37,40	6,17	7,32
Compresor 2	11	4x25+16	400	7,48	0,88	35,53	15,36	38,71	5,97	7,32
Alumbrado Compresores	8	2x1,5+1,5	230	90,67	0,64	118,72	15,12	119,68	1,11	7,32
Alumbrado emergencia Compresores	5	2x1,5+1,5	230	56,67	0,40	84,72	14,88	86,02	1,54	7,32
Tomas de corriente monofásicas	6	2x2,5+2,5	230	40,80	0,48	68,85	14,96	70,46	1,88	7,32

5.- Líneas del cuadro auxiliar 4:

LÍNEA	L (m)	S (m)	V _L (V)	R _{parc} (mΩ)	X _{parc} (mΩ)	R _{cc} (mΩ)	X _{cc} (mΩ)	Z _{cc} (mΩ)	I _{cc} _{min} (KA)	I _{cc} _{max} (KA)
Rectificadora	67	4x2,5+2,5	400	455,60	5,36	497,59	23,12	498,13	0,46	5,07
Torno	63	4x2,5+2,5	400	428,40	5,04	470,39	22,80	470,94	0,49	5,07
Fresadora	77	4x2,5+2,5	400	523,60	6,16	565,59	23,92	566,10	0,41	5,07
Muelle 1	38	4x2,5+2,5	400	258,40	3,04	300,39	20,80	301,11	0,77	5,07
Muelle 2	43	4x2,5+2,5	400	292,40	3,44	334,39	21,20	335,06	0,69	5,07
Puerta rápida	37	4x2,5+2,5	400	251,60	2,96	293,59	20,72	294,32	0,78	5,07
Alumbrado Matricería 1	71	4x2,5+2,5	400	482,80	5,68	524,79	23,44	525,32	0,44	5,07



LÍNEA	L (m)	S (m)	V _L (V)	R _{parc} (mΩ)	X _{parc} (mΩ)	R _{cc} (mΩ)	X _{cc} (mΩ)	Z _{cc} (mΩ)	I _{cc} _{min} (KA)	I _{cc} _{max} (KA)
Alumbrado Matrickería 2	78	4x2,5+2,5	400	530,40	6,24	572,39	24,00	572,90	0,40	5,07
Alumbrado Matrickería 3	85	4x2,5+T2,5	400	578,00	6,80	619,99	24,56	620,48	0,37	5,07
Alumbrado emergencia Matrickería	74	2x1,5+T1,5	230	838,67	5,92	880,66	23,68	880,98	0,15	5,07
Alumbrado Oficina Matrickería	16	2x1,5+T1,5	230	181,33	1,28	223,33	19,04	224,14	0,59	5,07
Alumbrado emergencia Oficina Matrickería	14	2x1,5+T1,5	230	158,67	1,12	200,66	18,88	201,55	0,66	5,07
Tomas de corriente monofásicas Oficina Matrickería	20	2x2,5+T2,5	230	136,00	1,60	177,99	19,36	179,04	0,74	5,07
Cuadros auxiliares Tomas de Corriente 5	73	4x25+T16	400	455,60	5,36	497,59	23,12	498,13	0,46	5,07



6- Líneas del cuadro auxiliar 5:

LÍNEA	L (m)	S (m)	V _L (V)	R _{parc} (mΩ)	X _{parc} (mΩ)	R _{cc} (mΩ)	X _{cc} (mΩ)	Z _{cc} (mΩ)	I _{cc} _{min} (KA)	I _{cc} _{max} (KA)
Alumbrado Oficina Producción y Oficina Logística	20	2x1,5+1,5	230	226,6	1,60	329,18	14,40	329,49	0,40	2,24
Alumbrado Oficina Calidad y Oficina Ingeniería	16	2x1,5+1,5	230	181,3	1,28	283,85	14,08	284,19	0,47	2,24
Alumbrado emergencia oficinas Producción, Logística, Calidad e Ingeniería	20	2x1,5+1,5	230	226,6	1,60	329,18	14,40	329,49	0,40	2,24
Alumbrado Sala reuniones Administración	18	2x1,5+1,5	230	204	1,44	306,51	14,24	306,84	0,43	2,24
Alumbrado Recepción Pasillos	15	2x1,5+1,5	230	170	1,20	272,51	14,00	272,87	0,49	2,24
Alumbrado Aseos	9	2x1,5+1,5	230	102	0,72	204,51	13,52	204,96	0,65	2,24
Alumbrado emergencia Sala reuniones, Administración, Recepción, Pasillos y Aseos	18	2x1,5+1,5	230	204	1,44	306,51	14,24	306,84	0,43	2,24



LÍNEA	L (m)	S (m)	V _L (V)	R _{parc} (mΩ)	X _{parc} (mΩ)	R _{cc} (mΩ)	X _{cc} (mΩ)	Z _{cc} (mΩ)	I _{cc} _{min} (KA)	I _{cc} _{max} (KA)
Tomas de corriente monofásicas Oficina Producción y Oficina Logística	23	2x2,5+2,5	230	156,4	1,84	258,91	14,64	259,33	0,51	2,24
Tomas de corriente monofásicas Oficina Calidad y Sala Reuniones	19	2x2,5+2,5	230	129,2	1,52	231,71	14,32	232,15	0,57	2,24
Tomas de corriente monofásicas Ingeniería, Administración y Recepción	21	2x2,5+2,5	230	142,8	1,68	245,31	14,48	245,74	0,54	2,24
Tomas de corriente monofásicas Pasillos y Aseos	15	2x2,5+2,5	230	102	1,20	204,51	14,00	204,99	0,65	2,24



7.- Líneas del cuadro auxiliar 6:

LÍNEA	L (m)	S (m)	V _L (V)	R _{parc} (mΩ)	X _{parc} (mΩ)	R _{cc} (mΩ)	X _{cc} (mΩ)	Z _{cc} (mΩ)	I _{cc} _{min} (KA)	I _{cc} _{max} (KA)
Alumbrado vestuario nº1	23	2x1,5+1,5	230	260,67	1,84	337,68	12,00	337,89	0,39	2,97
Alumbrado vestuario nº2	14	2x1,5+1,5	230	158,67	1,12	235,68	11,28	235,95	0,56	2,97
Alumbrado Acceso vestuarios y cuarto limpieza	20	2x1,5+1,5	230	226,67	1,60	303,68	11,76	303,91	0,44	2,97
Alumbrado emergencia vestuarios	26	2x1,5+1,5	230	294,67	2,08	371,68	12,24	371,88	0,36	2,97
Alumbrado zona duchas vestuario nº1	18	2x1,5+1,5	230	204,00	1,44	281,01	11,60	281,25	0,47	2,97
Alumbrado zona duchas vestuario nº2	11	2x1,5+1,5	230	124,67	0,88	201,68	11,04	201,98	0,66	2,97
Alumbrado emergencia vestuarios zona duchas	16	2x1,5+1,5	230	181,33	1,28	258,35	11,44	258,60	0,51	2,97
Alumbrado cantina	28	2x1,5+1,5	230	317,33	2,24	394,35	12,40	394,54	0,34	2,97
A.E.cantina	30	2x1,5+1,5	230	340,00	2,40	417,01	12,56	417,20	0,32	2,97



LÍNEA	L (m)	S (m)	V _L (V)	R _{parc} (mΩ)	X _{parc} (mΩ)	R _{cc} (mΩ)	X _{cc} (mΩ)	Z _{cc} (mΩ)	I _{cc} _{min} (KA)	I _{cc} _{max} (KA)
Tomas de corriente monofásicas vestuario nº1	26	2x2,5+2,5	230	176,80	2,08	253,81	12,24	254,11	0,52	2,97
Tomas de corriente monofásicas vestuario nº2	17	2x2,5+2,5	230	115,60	1,36	192,61	11,52	192,96	0,69	2,97
Tomas de corriente monofásicas Acceso vestuarios Y Cuarto Limpieza	10	2x2,5+2,5	230	68,00	0,80	145,01	10,96	145,43	0,91	2,97
Tomas de corriente monofásicas cantina	14	2x2,5+2,5	230	95,20	1,12	172,21	11,28	172,58	0,77	2,97



2.4. CÁLCULOS DE LA COMPENSACIÓN DE LA ENERGÍA REACTIVA



2.4.1. CÁLCULO DE LA ENERGÍA REACTIVA

Se utilizará el método de cálculo indicado en el documento memoria. Para ello se parte de la corriente nominal de la instalación obteniendo el factor de potencia global de la misma.

$$\cos \varphi_1 = \frac{P}{\sqrt{3} * V_L * I} = \frac{1128 * 10^3}{\sqrt{3} * 400 * 1960} = 0,831$$

$$\varphi_1 = 33,8^\circ$$

La potencia reactiva inicial de la instalación será:

$$Q_1 = P * tg \varphi_1 = 1128,58 * 10^3 * tg 33,8^\circ = 755,52kVAr$$

A continuación se realiza el cálculo para elevar el factor de potencia de la instalación hasta valores de 0,97, 0,98, 0,99 y 1, indicando la potencia de la batería de condensadores necesaria para cada caso, teniendo en cuenta que:

$Q_2 = P * tg \varphi_2$ donde Q_2 es la energía reactiva una vez compensada y φ_2 es el ángulo resultante del factor de potencia.

Cos φ_2	Q2	Batería (Q2-Q1)
0,97	282,85kVAr	472,84kVAr
0,98	229,17kVAr	526,52kVAr
0,99	160,81kVAr	594,87kVAr
1,00	0kVAr	755,52kVAr

Se decide corregir el factor de potencia hasta 0,97 colocando una batería automática de condensadores de 480kVAr ya que el desembolso a realizar para colocar una batería de condensadores para corregir a 0,98 es más de un 10% más elevado.



2.4.2. ENERGÍA REACTIVA DEL TRANSFORMADOR

Como se ha visto anteriormente la compensación de una instalación puede permitir el disponer de una potencia suplementaria en bornes del transformador. Los cálculos de necesidades de reactiva han sido realizados hasta ahora teniendo en cuenta únicamente el consumo total de los receptores de una instalación.

Pero en el caso de que se deseen compensar también las pérdidas inductivas del transformador en baja tensión, por ejemplo si se tiene una contratación de potencia en media tensión, la manera de realizarlo es incorporando un equipo de compensación fija en los bornes de baja tensión del transformador, de tal manera que la instalación quede sobre compensada en la parte de baja tensión y dicha sobrecompensación sirva para compensar la energía reactiva del transformador.

La potencia reactiva del transformador se puede estimar en torno a un 5% de su potencia nominal, por lo tanto:

$$Q_{transformador} = 6\% \cdot S = 0,06 \cdot 1600 = 96kVAr$$

Esta potencia reactiva se compensa colocando una batería de condensadores de valor fijo en bornes del secundario del transformador.

2.4.3. CÁLCULO DE LAS LÍNEAS DE ALIMENTACIÓN DE LAS BATERÍAS

En bornes del secundario del transformador se colocará un condensador modular de 100 kVAr. De manera que la corriente se calcula mediante:

$$I = \frac{Q}{\sqrt{3} \cdot V_L \cdot \text{sen } \varphi} = \frac{100000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot \text{sen } 90^\circ} = 144,34 \text{ A}$$

Junto al cuadro general de distribución se instalará una batería automática Rectimat 2 estándar 400V de Schneider Electric de 480 kVAr escalonados en 2 bloques de 30 kVAr, 1 de 60 kVAr y 4 de 90 kVAr. La corriente será:

$$I = \frac{Q}{\sqrt{3} \cdot V_L \cdot \text{sen } \varphi} = \frac{480000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot \text{sen } 90^\circ} = 692,82 \text{ A}$$

Sin embargo la protección a instalar debe ser de un calibre como mínimo de 1,5 veces la intensidad nominal de la batería, por lo tanto el conductor deberá soportar al menos 1039,23 amperios. La sección del conductor será de 4x120 mm² por fase, que admite una corriente de 1256 amperios. El cable irá en bandeja de rejilla y la longitud será de 8 metros, por lo que la caída de tensión será de 0,36 voltios.



2.4.4. CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES DE LAS BATERÍAS

Se instalarán interruptores automáticos de calibre mínimo 1,5 a 1.8 veces la corriente nominal asignada del condensador, con objeto de limitar el sobrecalentamiento producido por las corrientes armónicas que generan los condensadores y las tolerancias sobre capacidades (ITC-BT 48 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión)

Se debe proteger contra cortocircuitos con corrientes al menos 10 veces la nominal del condensador, por lo que se utilizarán dispositivos con curva D.

2.4.5. JUSTIFICACIÓN DE LA MEJORA DEL FACTOR DE POTENCIA

Las instalaciones con factores de potencia menores a 0,95 sufrirán recargos en la factura de 0,041554€/kVA_{rh}, siendo mayores estos, cuando el factor de potencia sea menor de 0,8, concretamente de 0,062332€/kVA_{rh}. De manera que de no compensarse el factor de potencia tendríamos un recargo en la factura eléctrica.

Además del ahorro económico que supone en la factura eléctrica, la compensación de la energía reactiva reporta mejoras en las prestaciones y funcionamiento de la instalación, disminuyendo las caídas de tensión y las pérdidas por efecto Joule, y aumentando la potencia disponible.



2.5. CÁLCULOS DE LA PUESTA A TIERRA



2.5.1. RESISTENCIA DE LA PUESTA A TIERRA

Atendiendo a los diferentes tipos de instalaciones (local seco o húmedo) y valores de la tensión de contacto límite convencional, y el nivel de sensibilidad de los diferenciales instalados, las máximas resistencias que deben presentar las líneas desde el punto de conexión de las masas hasta la tierra es:

- En locales húmedos, para una tensión de contacto límite convencional de 24 voltios, y con diferenciales de 30 miliamperios de sensibilidad:

$$R_A = \frac{U}{I_a} = \frac{24}{0,03} = 800\Omega$$

- En locales húmedos, para una tensión de contacto límite convencional de 24 voltios, y con diferenciales de 300 miliamperios de sensibilidad:

$$R_A = \frac{U}{I_a} = \frac{24}{0,3} = 80\Omega$$

- En locales húmedos, para una tensión de contacto límite convencional de 24 voltios, y con diferenciales de 500 miliamperios de sensibilidad:

$$R_A = \frac{U}{I_a} = \frac{24}{0,5} = 48\Omega$$

Como se ha comprobado, la resistencia máxima que debe tener la puesta tierra de un receptor protegido por un interruptor diferencial de 0,5 amperios de sensibilidad para que la diferencia de potencial entre la masa y tierra sea inferior a 24 voltios, es de 48 ohmios.

Así pues, la suma de las resistencias del electrodo de puesta a tierra, línea principal de tierra, derivaciones y conductores de protección no será superior a esos 48 ohmios en el peor de los casos.



2.5.2. ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA

En lo que al electrodo de puesta a tierra se refiere, este estará formado por un conductor de cobre de 50 mm² desnudo y enterrado a una profundidad de 0,8 metros. El conductor abarcará todo el perímetro de la nave un metro por el exterior, y en cada vértice tendrá una pica de acero recubierto de cobre de 14 milímetros de diámetro y 2 metros de longitud.

El número total de picas será 10, y al estar unidas mediante el mismo conductor, se consideran estas conectadas en paralelo. Para saber la resistencia de una pica enterrada, es necesario conocer la resistividad del terreno. Este dato se puede medir o se puede aproximar mediante tablas. En el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (ITC-BT 18) se dan valores orientativos de la resistividad en función del terreno, siendo para margas y arcillas compactas 200 ohmios metro.

La resistencia de una pica vendrá dada por:

$$R_p = \frac{\rho}{L} = \frac{200}{2} = 100 \Omega$$

Donde:

R_p = resistencia a tierra en ohmios

ρ = resistividad del terreno en ohmios metro

L = longitud de la pica en metros

La resistencia del electrodo viene determinada por:

$$R_c = \frac{R_p}{N_{picas}} = \frac{100}{10} = 10 \Omega$$

Donde :

R_p = resistencia a tierra en ohmios

R_c = resistencia del electrodo en ohmios

N_{picas} = número de picas

El propio conductor enterrado horizontalmente hará de línea principal de tierra. Se puede considerar la resistencia de la misma mediante la expresión

$$R = 2 \frac{\rho}{L} = 2 \frac{200}{350} = 1,14 \Omega$$

Siendo

R la resistencia del conductor enterrado horizontalmente en ohmios.

ρ la resistividad del terreno en ohmios por metro.

L la longitud del conductor en metros.



La resistencia total del electrodo formado por las picas y el conductor enterrado será de 11,14 Ω . Quedando 36,86 Ω para los conductores de protección.

Considerando el caso del conductor de protección de mayor resistencia, esto es, de menor sección empleada (1.5 mm²) y despreciando la resistencia de los puntos de puesta a tierra y de las uniones entre los distintos elementos que componen la instalación de puesta a tierra, se obtiene que el valor de resistencia de 36,86 ohmios se dará a partir de una longitud L del conductor de protección:

$$L = \frac{S * R}{\rho_{cu}} = \frac{1,5 * 36,86}{0,018} = 3071,7 \text{ m}$$

Donde:

L = longitud del cable de conductor de protección para una resistencia de 32.23 ohmios en metros

R = resistencia máxima para los conductores de protección en ohmios

S = sección mínima empleada en mm²

ρ_{cu} = resistividad del cobre en $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$

Esta longitud no se alcanzará en ningún caso por ningún conductor de protección. Por lo tanto la resistencia de puesta a tierra estará siempre por debajo de los 48 Ω permitidos.

2.5.3. PUESTA A TIERRA DEL GRUPO ELECTROGENO

El electrodo de puesta a tierra de protección de la sala del grupo electrógeno estará enterrado a una profundidad de 0,8m y estará formado por 4 picas de acero recubierto de cobre de 2m de longitud y $\varnothing 14\text{mm}$, unidas entre sí mediante cable de cobre desnudo de sección 50mm² en el perímetro de la sala. El electrodo de puesta a tierra de protección de la sala del grupo electrógeno quedará unido al electrodo de puesta a tierra de protección del centro de transformación, con lo que conseguiremos mejorar el valor de puesta a tierra.

De acuerdo con la ITC-BT-40 el generador del grupo electrógeno dispondrá de una puesta a tierra para el neutro independiente de la puesta a tierra de protección y de la puesta a tierra de servicio del centro de transformación. Se dispondrá de una puesta a tierra del neutro del generador con la misma configuración que la puesta a tierra del neutro del transformador, siendo ambas puestas a tierra independientes y separadas entre sí debidamente.



2.6. CÁLCULOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN



2.6.1. INTENSIDAD EN EL LADO DE MEDIA TENSIÓN

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

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} * U} = \frac{1600}{\sqrt{3} * 13,2} = 69,98 \text{ A}$$

Siendo:

- I_p la intensidad en el primario en A.
- S la potencia del transformador en kVA.
- U la tensión compuesta primaria en kV.

2.6.2. INTENSIDAD EN EL LADO 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:

- I_s la intensidad en el secundario en A.
- S la potencia del transformador en kVA.
- W_{Fe} las pérdidas en el hierro del transformador.
- W_{Cu} las pérdidas en los arrollamientos.
- U la tensión compuesta en carga del secundario en kV.

Despreciando las pérdidas en el hierro y en los arrollamientos, se tiene que:

$$I_s = \frac{1600}{\sqrt{3} * 0,4} = 2309,4 \text{ A}$$



2.6.3. CORRIENTES 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, Iberdrola.

Se calculará la intensidad primaria para cortocircuito en el lado de alta tensión y la intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de baja tensión.

2.6.3.1. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE MEDIA TENSIÓN

La intensidad primaria para cortocircuito en el lado de alta tensión se obtiene mediante la expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} * U} = \frac{500}{\sqrt{3} * 13,2} = 21,87 \text{ kA}$$

Donde:

- I_{ccp} es la corriente de cortocircuito en el primario en kA.
- S_{cc} es la potencia de cortocircuito de la red de distribución en MVA.
- U es la tensión en el primario en kV.

El valor de cresta de la intensidad inicial de cortocircuito es:

$$I_{cresta} = 1,8\sqrt{2} * I_{ccp} = 2,55 * I_{ccp} = 55,77 \text{ kA}$$

2.6.3.2. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN

La intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de baja tensión se obtiene despreciando la impedancia de la red de distribución, mediante la expresión:

$$I_{ccs} = \frac{S}{\sqrt{3} * \frac{U_{cc}}{100} * U} = \frac{1600}{\sqrt{3} * \frac{6}{100} * 400} = 38,49 \text{ kA}$$

Donde:

- I_{ccs} es la corriente de cortocircuito en el secundario en kA.
- S es la potencia del transformador en kVA.
- U_{cc} es la tensión de cortocircuito del transformador en %.
- U es la tensión en carga del secundario en V.

El valor de cresta de la intensidad inicial de cortocircuito es:

$$I_{cresta} = 1,8\sqrt{2} * I_{ccs} = 2,55 * I_{ccs} = 98,15 \text{ kA}$$



2.6.4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO

El embarrado de las celdas SM6 está constituido por tramos rectos de tubo de cobre recubiertos de aislamiento termo retráctil. Consta de 3 barras de tubo de cobre rectas y aisladas de 375 mm de longitud, diámetro exterior de 24 mm y un espesor de 3 mm, lo que equivale a una sección de 198 mm².

Las barras se fijan a las conexiones existentes en la parte superior del cárter del aparato funcional (interruptor-seccionador o seccionador de SF6). La fijación de las barras se realiza con tornillos M8.

La separación entre las sujeciones de una misma fase y correspondientes a dos celdas contiguas es de 750 mm. La separación entre barras (separación entre fases) es de 200 mm.

Se debe asegurar que el límite térmico sea superior al valor eficaz máximo que puede alcanzar la intensidad de cortocircuito en el lado de Alta Tensión.

Características del embarrado:

Intensidad nominal:	400 A.
Límite térmico:	24 kA eficaces.
Límite electrodinámico	60 kA cresta.

2.6.4.1. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA

El juego de barras de las celdas SM6 está formado por 3 barras de tubo de cobre rectas y aisladas de diámetro exterior de 24 mm y un espesor de 3 mm., lo que equivale a una sección de 198 mm².

La densidad de corriente será:

$$\delta = \frac{I_n}{s} = \frac{400}{198} = 2,02 \frac{A}{mm^2}$$

Según normativa DIN se tiene que para una temperatura ambiente de 35°C y del embarrado a 65°C, la intensidad máxima admisible es de 548 A para un diámetro de 20 mm y de 818 A para diámetro de 32 mm, lo cual corresponde a las densidades máximas de 3,42 A/mm² y 2,99 A/mm² respectivamente. Iterando obtiene una densidad máxima admisible de 3,29 A/mm² para el diámetro de 24mm, valor superior al calculado (2,02 A/mm²) para un calentamiento de 30°C sobre la temperatura ambiente.



La sobreintensidad máxima admisible durante un segundo se determina de acuerdo con la CEI 298 de 1981 por la expresión:

$$S = \frac{I}{13} * \sqrt{\frac{t}{\Delta\theta}}$$

Siendo:

- S la sección de la barra de cobre en mm², 198 mm².
- I intensidad eficaz en amperios.
- t el tiempo de duración del cortocircuito en segundos
- $\Delta\theta$ 180° C para conductores inicialmente a temperatura ambiente.

Suponiendo que el cortocircuito se produce después del paso permanente de la corriente nominal, tendríamos una temperatura aproximadamente de 30°C superior a la temperatura ambiente, por lo que $\Delta\theta = 150^\circ\text{C}$. Para una corriente de 24 kA:

$$t = \Delta\theta * \left(\frac{S * \alpha}{I}\right)^2 = 150 * \left(\frac{198 * 13}{24000}\right)^2 = 1,72 \text{ s}$$

Por lo tanto, y según este criterio, el embarrado podría soportar una intensidad de 24 kA eficaces durante más de un segundo.

2.6.4.2. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA

Para el cálculo se considera un cortocircuito trifásico de 24 kA eficaces y 60 kA cresta. El esfuerzo mayor se produce sobre el conductor de la fase central, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$F = 13,85 * 10^{-7} * f * \frac{I_{cc}^2}{d} * L * \left(\sqrt{1 + \frac{d^2}{L^2}} - \frac{d}{L}\right)$$

Siendo:

- F la fuerza resultante en newtons.
- f coeficiente en función de $\cos \varphi$, siendo $f = 1$ para $\cos \varphi = 0$.
- I_{cc} la intensidad máxima de cortocircuito en amperios, 24000 A.
- d la separación entre fases en milímetros, 200 mm.
- L longitud de los tramos del embarrado en milímetros, 375 mm.

Se obtiene una fuerza de 897,48 N, que está uniformemente repartida en toda la longitud del embarrado, siendo la carga:

$$q = \frac{F}{9,81 * L} = \frac{897,48}{9,81 * 375} = 0,244 \text{ kg/mm}$$



Cada barra equivale a una viga empotrada en ambos extremos, con carga uniformemente repartida.

El momento flector máximo se producirá en los extremos, siendo:

$$M_{\max} = \frac{q * L^2}{12} = \frac{0,244 * 375^2}{12} = 2859,38 \text{ kg} \cdot \text{mm}$$

El momento flector en los extremos debe ser soportado por tornillos M8, con un par de apriete de 280 kg.m. El par máximo calculado es inferior al de apriete, por lo que los tornillos están bien dimensionados.

El embarrado tiene un diámetro exterior $D = 24 \text{ mm}$ y un diámetro interior $d = 18 \text{ mm}$. El módulo resistente de la barra será:

$$W = \frac{\pi}{32} * \left(\frac{D^4 * d^4}{D} \right) = 927 \text{ mm}^3$$

La fatiga máxima es:

$$r_{\max} = \frac{M_{\max}}{W} = 3,08 \text{ kg} / \text{mm}^2$$

Para la barra de cobre deformada en frío se tiene que $r = 19 \text{ kg/mm}^2$, superior al calculado.

2.6.5. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.

Se seguirá el procedimiento de cálculo indicado en la MIE-RAT 13.

2.6.5.1. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

Para instalaciones de tercera categoría que alimenten a centros de transformación cuya intensidad de cortocircuito a tierra sea inferior a 16 kA, se admite la posibilidad de estimar la resistividad del terreno, pero se aconseja en todos los casos medirla.

Según la investigación previa del terreno, se determina que la resistividad superficial media en la zona donde se instalará el centro de transformación es de 200 Ωm (margas compactas).



2.6.5.2. DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO DE ELIMINACIÓN

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 de transformación, así como de las características de la propia red de media tensión.

La intensidad máxima de defecto a tierra es 500 Amperios y el tiempo de eliminación del defecto es 0,5 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 la instrucción MIE-RAT 13 en el tiempo de defecto proporcionado por la Compañía Eléctrica son (para tiempos inferiores a 0.9 segundos):

$$K = 72$$

$$n = 1$$

2.6.5.3. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA Y LAS TENSIONES DE PASO Y DE CONTACTO

La resistencia máxima de la puesta a tierra de las masas del centro de transformación estará limitada por el nivel de aislamiento de los elementos de baja tensión del centro de transformación, y será:

$$R_t = \frac{U_{BT}}{I_d} = \frac{10000}{500} = 20\Omega.$$

Donde:

- U_{BT} es el nivel de aislamiento en las instalaciones de baja tensión del centro de transformación en voltios.
- I_d es la corriente de defecto máxima de acuerdo con las normas de Iberdrola en amperios.

A continuación se procede a la elección del tipo de configuración del electrodo, para ello se utilizan tablas de configuración tipo de electrodos de tierra con sus respectivos parámetros característicos, cuyos valores corresponden a electrodos con picas de 14 mm de diámetro y conductor desnudo de cobre de 50 mm² de sección.

El parámetro de la resistencia de la puesta a tierra es:

$$K_r \leq \frac{R_t}{\rho_s} = \frac{20}{200} = 0,1 \frac{\Omega}{\Omega.m}$$



El edificio del centro de transformación tendrá unas dimensiones de 4830x2500 mm, por lo que el electrodo de puesta a tierra tendrá una configuración rectangular un metro por el exterior de todo el perímetro de la superficie ocupada por el centro de transformación.

De manera que para una configuración en rectángulo de 6,0x3,5 m enterrado a 0,8 metros de profundidad con 4 picas de 2 metros de longitud, configuración 60-35/8/42, se obtienen los siguientes parámetros característicos:

- Resistencia $K_r = 0,080 \frac{\Omega}{\Omega.m}$
- Tensión de paso $K_p = 0,0127 \frac{V}{(\Omega.m)(A)}$
- Tensión de contacto exterior $K_c = 0,0394 \frac{V}{(\Omega.m)(A)}$

A continuación se comprobará la corrección de todos los parámetros obtenidos con la configuración elegida para una falta de 0,5 segundos de duración:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra será:

$$R'_t = K_r * \rho_s = 0,08 * 200 = 16 \Omega < 20 \Omega = R_t$$

- La intensidad de defecto será:

$$I'_d = \frac{U}{\sqrt{3} * \sqrt{(R_n + R'_t)^2 + X_n^2}} = \frac{13200}{\sqrt{3} * \sqrt{(0 + 16)^2 + 25^2}} = 256,8A < 500A = I_d$$

Donde:

- I'_d es la intensidad máxima de defecto a tierra en amperios.
- U es la tensión compuesta de servicio de la red en voltios.
- R_n es la resistencia de la puesta a tierra del neutro de la red de MT en ohmios ($R_n = 0$, facilitado por Iberdrola).
- R_t es la resistencia de la puesta a tierra de protección del centro de transformación en ohmios.
- X_n es la reactancia de la puesta a tierra del neutro de la red de MT en ohmios ($X_n = 25\Omega$, facilitado por Iberdrola).

La tensión de defecto será:

$$V'_d = I'_d * R'_t = 256,8 * 16 = 4108,8 V < U_{BT} (10000 V)$$



La tensión de paso máxima será:

$$V_p' = K_p * \rho_s * I_d' = 0,0127 * 200 * 256,8 = 652,3 V$$

Mientras que la tensión de paso admisible es:

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6\rho_s}{1000}\right) = \frac{10 * 72}{0,5^1} * \left(1 + \frac{6 * 200}{1000}\right) = 3168 V$$

La tensión de paso máxima debe ser menor que la admisible.

La tensión de contacto exterior máxima es:

$$V_{c_{exterior}}' = K_c * \rho_s * I_d' = 0,0394 * 200 * 256,8 = 2023,6 V$$

Mientras que la tensión de contacto exterior admisible es:

$$V_{c_{exterior}} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3\rho_s + 3\rho_s'}{1000}\right) = \frac{10 * 72}{0,5} * \left(1 + \frac{3 * 200 + 3 * 3000}{1000}\right) = 15264 V$$

2.6.5.4. SEPARACIÓN ENTRE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN Y SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DE SERVICIO

Si la tensión de defecto fuera menor de 1000 V cabría la posibilidad de instalar un sistema de puesta a tierra único, pero como no es el caso se deberá disponer de un sistema de puesta a tierra del neutro del transformador (tierra de servicio) separado e independiente de otro sistema de puesta a tierra de las masas (tierra de protección). Debe evitarse que la tensión de defecto en el electro de puesta a tierra de protección transmita al de puesta a tierra de servicio una tensión superior a 1000 V.

La distancia mínima de separación será:

$$D \geq \frac{I_d * \rho_s}{2000 * \pi} = \frac{256,8 * 200}{2000 * \pi} = 8,17 m$$

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro del transformador se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.



Considerando el centro de transformación un local potencialmente conductor, la tensión en el electrodo de puesta a tierra de servicio ocasionada por un defecto a tierra en el interior de la instalación, no será superior a 24 V. Y adoptando una protección contra contactos indirectos con interruptor diferencial de 650 mA, se tiene que la resistencia máxima de puesta a tierra de servicio será:

$$R_t = \frac{24}{0,650} = 36,92 \Omega$$

El conductor que une el neutro del transformador con el electrodo de puesta a tierra de servicio es de cobre de 50 mm² de sección, 22 m de longitud y resistencia de 0,386Ω/km, por lo que su resistencia total es:

$$R_{conductor} = 0,022 * 0,386 = 8,49m\Omega$$

De manera que la resistencia máxima para el electrodo de puesta a tierra de servicio será de aproximadamente 36Ω, valor que no se superará instalando un electrodo en igual configuración que el electrodo de puesta a tierra de protección, pero enterrado a 0,5 m de profundidad (código 60-35/5/42). Con esta configuración se obtiene un parámetro de resistencia $K_r = 0,083$. La resistencia del electrodo es:

$$R_t = K_r * \rho_s = 0,083 * 200 = 16,6 \Omega < 36 \Omega$$

2.6.6. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN

El caudal de aire es función de las pérdidas de potencia del transformador y de la diferencia de temperaturas de entrada y salida de aire (15 °C como máximo según proyecto tipo UNESA). Considerando que 1 m³ de aire por segundo absorbe 1,16 kW por cada grado centígrado, el caudal de aire necesario será:

$$Q = \frac{P_p}{1,16 * \Delta\theta_{aire}} = \frac{3,1+14}{1,16 * 15} = 0,982 \text{ m}^3/\text{s}$$

Siendo:

- Q el caudal de aire en m³/s.
- P_p la pérdida de potencia del transformador a plena carga, pérdidas en el hierro más pérdidas en el cobre en kW.
- Δθ_{aire} incremento de la temperatura del aire en °C.



La superficie de la rejilla de entrada de aire es función del caudal en m^3/s y de la velocidad de salida del aire en m/s :

$$S_{rejilla} = \frac{Q}{v_s}$$

La superficie total de la rejilla será superior a la superficie neta debido a que las láminas de la rejilla, para no permitir el paso de agua, pequeños animales o de objetos metálicos según MIE RAT 13, disminuyen el paso del aire; por lo que la superficie total mínima de la rejilla se aumentará como mínimo un 40%.

La velocidad de salida del aire es función de la distancia vertical en metros entre los centros de las dos rejillas (2m), y del incremento de la temperatura del aire en $^{\circ}C$:

$$v_s = 4,6 * \frac{\sqrt{H}}{\Delta\theta_{aire}} = 4,6 * \frac{\sqrt{2}}{15} = 0,434 \text{ m/s}$$

Por tanto, la superficie mínima de rejilla para entrada de aire será:

$$S_{rejilla} = 1,4 * \frac{Q}{v_s} = 1,4 * \frac{0,982}{0,434} = 3,16 \text{ m}^2$$

La superficie de rejilla para la salida del aire caliente debe ser mayor que la superficie de la rejilla para la entrada de aire, admitiéndose la relación:

$$S_{entrada} = 0,92 * S_{salida}$$

Por tanto la superficie mínima de la rejilla de salida es: $S_{salida} = 3,44 \text{ m}^2$

El edificio prefabricado dispondrá de 3 rejillas de ventilación para la entrada de aire situadas en el inferior de la parte lateral (de 2000x800mm), en la parte trasera (de 1300x800mm) y en la puerta del transformador (de 700x800mm); haciendo una superficie total entre ellas de $3,20 \text{ m}^2$, que es ligeramente superior a la necesaria. Para la salida de aire se dispone de 3 rejillas situadas en la parte superior lateral (de 2000x900mm), en la parte trasera (de 1300x900mm) y en la puerta del transformador (de 700x800mm); haciendo una superficie total de $3,53 \text{ m}^2$. Las rejillas de entrada y salida de aire irán situadas en las paredes a diferente altura, siendo la distancia medida verticalmente de separación entre los puntos medios de dichas rejillas de 2 m, tal como ya se ha tenido en cuenta en el cálculo anterior.



2.6.7. DIMENSIONADO DE LA FOSA DE RECOGIDA DE ACEITE

Las fosas colectoras de aceite de los edificios independientes destinados a centros de transformación deben dimensionarse para recoger en su totalidad el aceite de los transformadores. El transformador elegido es de tipo seco encapsulado, cuyos bobinados se encuentran encapsulados y moldeados al vacío en una resina epoxy. De manera que no se requiere de fosa de recogida de aceite.



**El Ingeniero Técnico Industrial Eléctrico
Roberto Perez Ortiz del Rio**

Pamplona, 23 de abril de 2014.



3. PLANOS:



ÍNDICE:

- 3.1. SITUACION Y EMPLAZAMIENTO.**
- 3.2. PLANTA GENERAL. SUPERFICIES Y COTAS.**
- 3.3. INSTALACION DE ALUMBRADO.**
- 3.4. INSTALACION DE FUERZA. MAQUINARIA.**
- 3.5. INSTALACION DE PUESTA A TIERRA.**
- 3.6. ESQUEMA UNIFILAR. C. B. T. CENTRO DE TRANSFORMACION.**
- 3.7. ESQUEMA UNIFILAR. C.G.D.**
- 3.8. ESQUEMA UNIFILAR. CUADRO AUXILIAR 1.**
- 3.9. ESQUEMA UNIFILAR. CUADRO AUXILIAR 2.**
- 3.10. ESQUEMA UNIFILAR. CUADRO AUXILIAR 3, 4, 5 Y 6**
- 3.11. PLANTA DEL CENTRO DE TRANSFORMACION.**
- 3.12. PUESTA A TIERRA DEL CENTRO DE TRANSFORMACION.**
- 3.13. ESQUEMA UNIFILAR CENTRO DE TRANSFORMACION.**



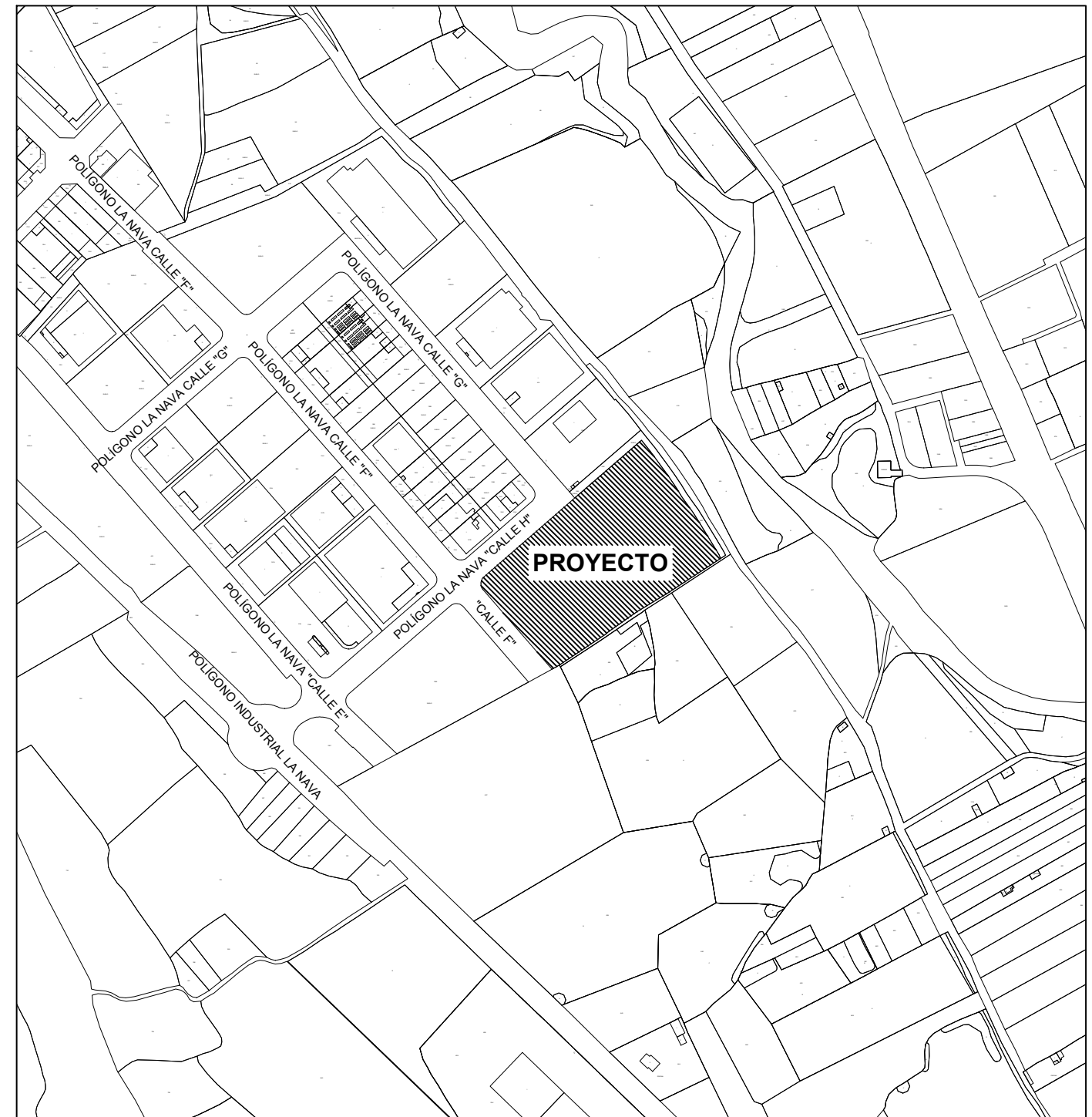


**El Ingeniero Técnico Industrial Eléctrico
Roberto Perez Ortiz del Rio**

Pamplona, 23 de abril de 2014.

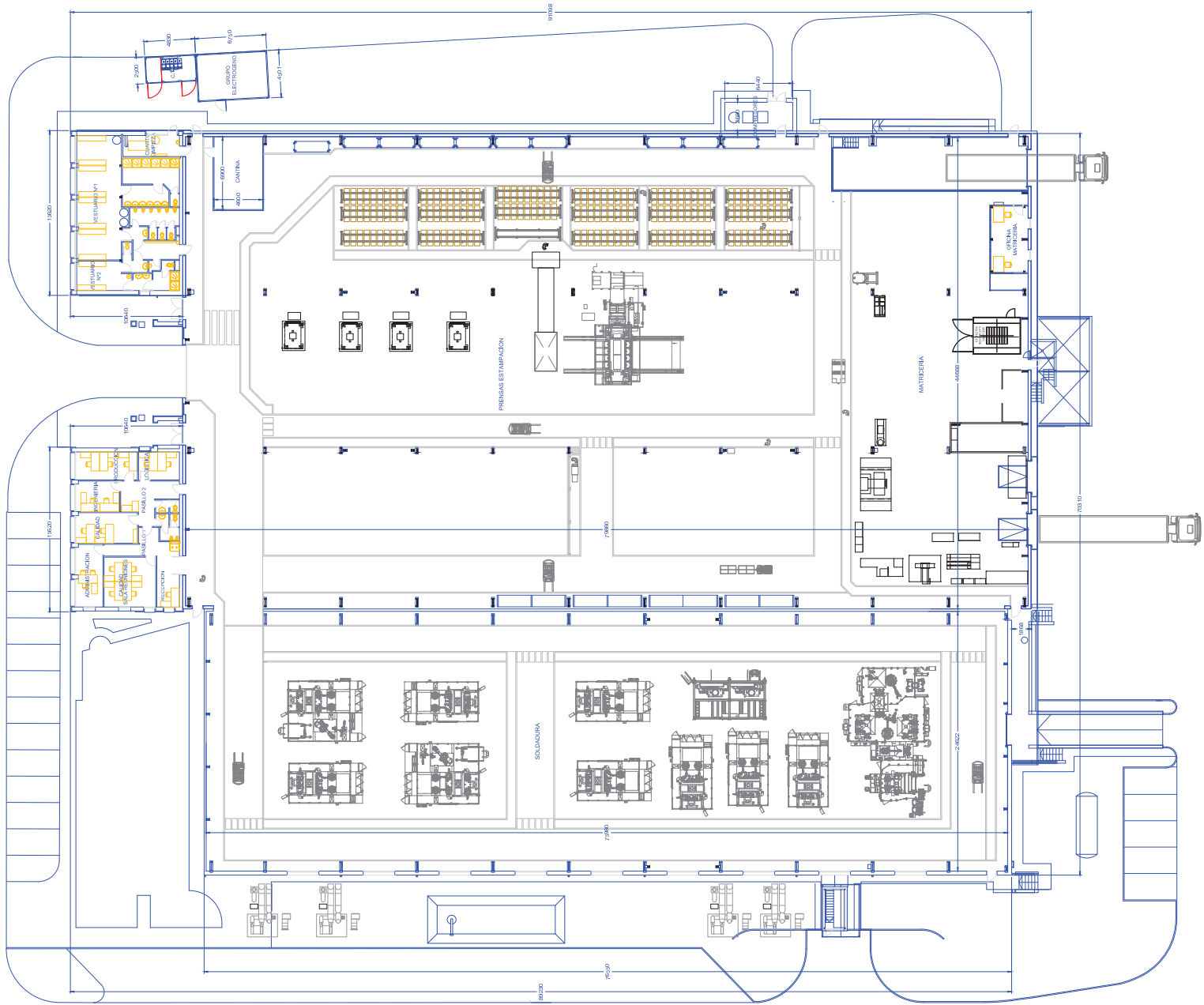


SITUACION
E: 1/1.000.000




EMPLAZAMIENTO
E: 1/5.000

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	REALIZADO: PEREZ ORTIZ DEL RIO, ROBERTO	
PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA EN BT DE NAVE INDUSTRIAL Y CENTRO DE TRANSFORMACION PARA EMPRESA AUXILIAR DE AUTOMOCION		FIRMA:	
PLANO: SITUACION Y EMPLAZAMIENTO	FECHA: 23-04-14	ESCALA: VARIAS	Nº PLANO: 3.1

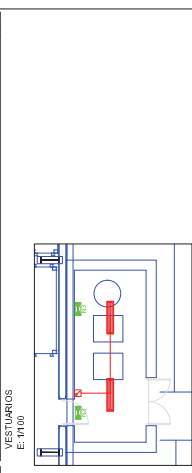
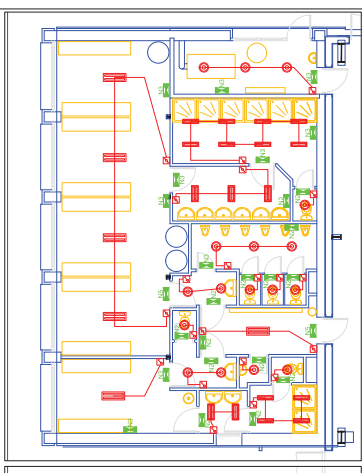
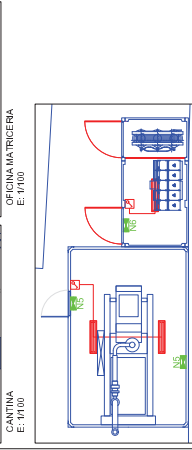
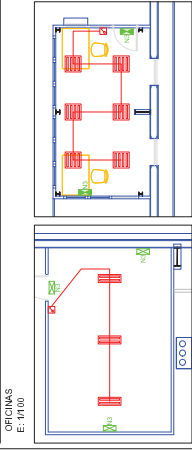
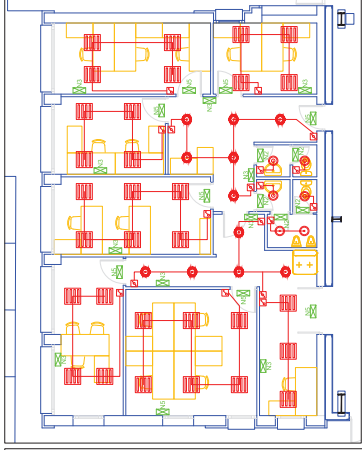
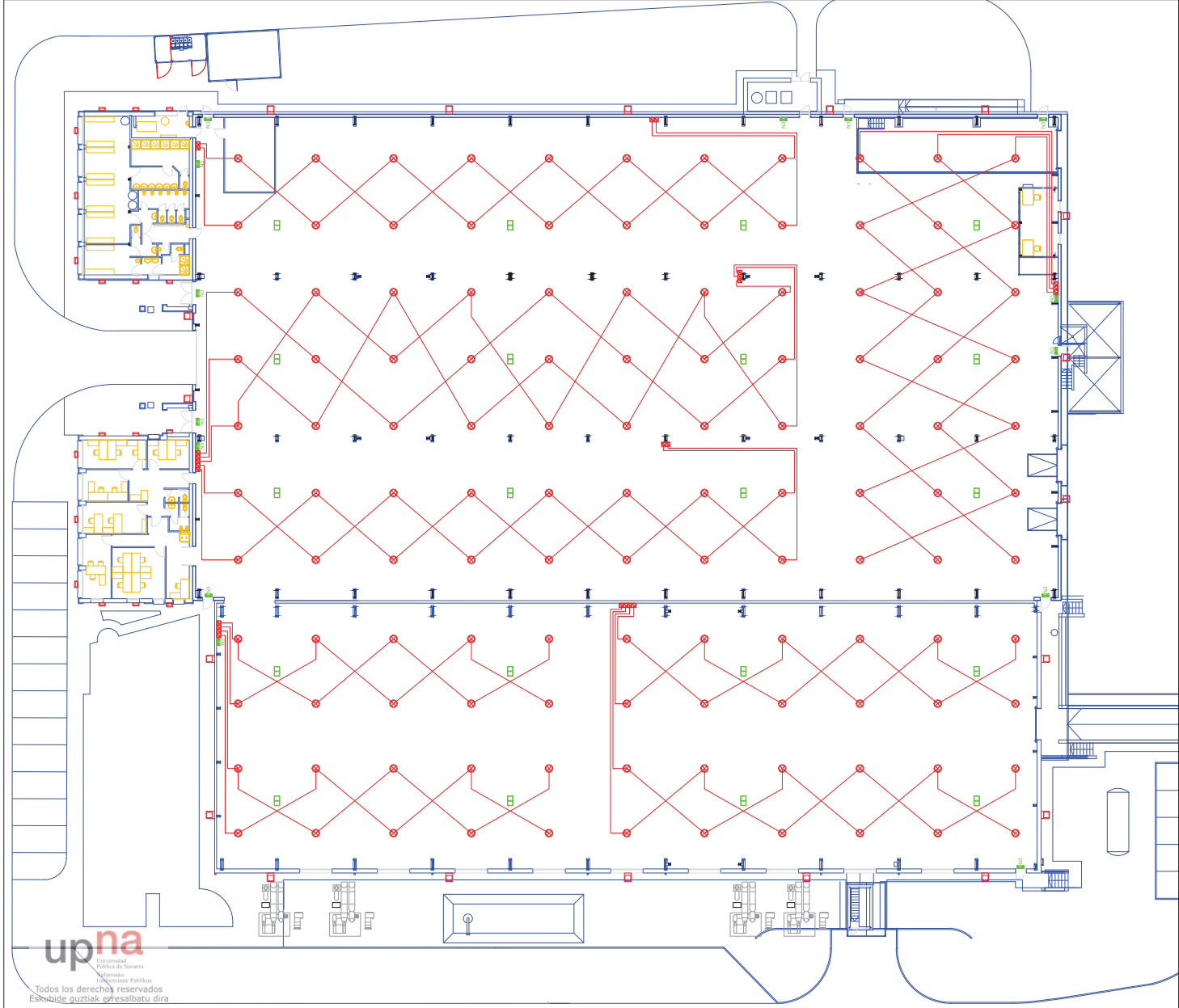


DESCRIPCION	SUPERFICIE (m ²)
OFICINA PRODUCCION	15,6
OFICINA SALUD	17,0
OFICINA LOGISTICA	10,3
OFICINA INGENIERIA	42,1
ADMINISTRACION	15,3
SALA DE REUNIONES	23,1
RECEPCION	10,4
ASEO N°1 OFICINA (INODORO)	1,1
ASEO N°1 OFICINA	1,5
ASEO N°2 OFICINA (INODORO)	1,1
ASEO N°2 OFICINAS	1,5
ASEO N°2 OFICINAS (URINARIO)	2,3
PASILLO 1	11,5
PASILLO 2	15,5
ACCESO VESTUARIO	7,7
ASEO VESTUARIO N°1	2,9
ASEO VESTUARIO N°2 (INODORO)	1,0
ASEO VESTUARIO N°2	3,3
CUARTO DE LIMPIEZA	10,7
DUCHA VESTUARIO N°1	14,2
DUCHA VESTUARIO N°2	4,5
INODORO DUCHA VESTUARIO N°1	1,1
INODORO DUCHA VESTUARIO N°2	1,1
INODORO DUCHA VESTUARIO N°1 (1)	0,9
INODORO DUCHA VESTUARIO N°1 (2)	0,9
INODORO DUCHA VESTUARIO N°1 (3)	0,9
LAVAVO ACCESO VESTURO	1,1
LAVAVO VESTUARIO N°1	8,9
LAVAVO VESTUARIO N°2	2,9
URINARIO VESTUARIO N°1	8,4
VESTUARIO N°1	48,9
VESTUARIO N°2	13,4
CANTINA	31,7
OFICINA MATERCERIA	22,2
SALA DE COMPRESORES	17,2
CENTRO DE TRANSFORMACION	11,2
NAVE SOLDADURA	1870,6
NAVE PRENSAS	3.500,6
SALA GRUPO ELECTROGENO	28,4


E. T. S. I. I. T.
 INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.
 Nafarroako Unibertsitate Publikoaren Injeneria Teknikoaren Eskola

DEPARTAMENTO DE PROYECTOS DE INIC. RURAL.
 REALIZADO POR: J. M. MARTINEZ DEL RIO, R. ROBERTO
 FIRMA: _____
 FECHA: 23-04-14
 ESCALA: 1:200
 Nº PLANO: 3.2

PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA EN BT DE NAVE INDUSTRIAL Y CENTRO DE TRANSFORMACION PARA EMPRESA AUXILIAR DE AUTOMOCION
 PLANO: PLANTA GENERAL, SUPERFICIES Y COTAS



LEYENDA DE SIMBOLOS

	INTERRUPTOR O CONMUTADOR EN EL INTERIOR DE CUADRO
	INTERRUPTOR EN PARED A 1,10m DEL SUELO
	CONMUTADOR EN PARED A 1,10m DEL SUELO
	FINISITORES DE LUMINARIA ESTANCA PHILIPS RUP355 1xHP174-018W
	FLUJO EN FACHADA A 1,10m DEL SUELO
	APLIQUE DE EXTERIOR PHILIPS S55113 1xSDW-750W FLUJO EN FACHADA A 2,25m DEL SUELO
	LUMINARIA SUSPENDIDA PHILIPS BY150P 1xHP174-018W SUSPENDIDA A 1,41m DEL SUELO
	LUMINARIA EMPOTRADA EN TECHO PHILIPS TBS160 2xTL-018W EMPOTRADA A 2,8m DEL SUELO
	LUMINARIA EMPOTRADA EN TECHO PHILIPS TBS160 2xTL-038W EMPOTRADA A 2,8m DEL SUELO
	LUMINARIA EMPOTRADA EN TECHO PHILIPS FBS270 1xPL-CGP18W EMPOTRADA A 2,8m DEL SUELO
	LUMINARIA EMPOTRADA EN TECHO PHILIPS FBS270 1xPL-CGP18W EMPOTRADA A 2,8m DEL SUELO
	LUMINARIA DE SUPERFICIE ESTANCA PHILIPS TOW216 2xTL-018W INSTALADA EN TECHO A 2,8m DEL SUELO
	LUMINARIA DE SUPERFICIE ESTANCA PHILIPS TOW216 1xTL-018W INSTALADA EN TECHO A 2,8m DEL SUELO
	PROYECTOR AUTONOMO DE EMERGENCIA ZENIT PL Z6522N26 T 120lm INSTALADO EN TECHO A 12m DEL SUELO
	LUMINARIA AUTONOMA DE EMERGENCIA HYDRA N2 59lm INSTALADA EN PARED A 2,25m DEL SUELO
	LUMINARIA AUTONOMA DE EMERGENCIA HYDRA N5 160lm INSTALADA EN PARED A 2,25m DEL SUELO
	LUMINARIA AUTONOMA DE EMERGENCIA HYDRA N5 218lm INSTALADA EN PARED A 2,25m DEL SUELO
	LUMINARIA AUTONOMA DE EMERGENCIA ESTANCA NOVA N2 59lm INSTALADA EN PARED A 2,25m DEL SUELO
	LUMINARIA AUTONOMA DE EMERGENCIA ESTANCA NOVA N3 150lm INSTALADA EN PARED DEL SUELO
	LUMINARIA AUTONOMA DE EMERGENCIA ESTANCA NOVA N5 218lm INSTALADA EN PARED A 2,25m DEL SUELO
	LUMINARIA AUTONOMA DE EMERGENCIA ESTANCA NOVA N6 320lm INSTALADA EN PARED A 2,25m DEL SUELO

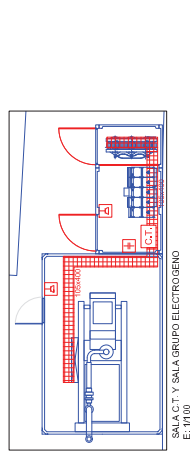
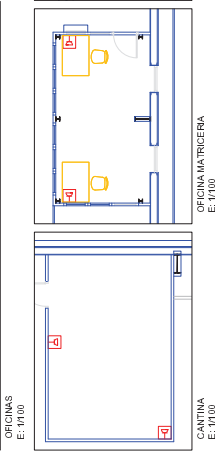
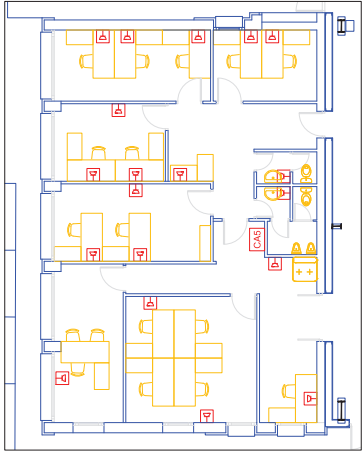
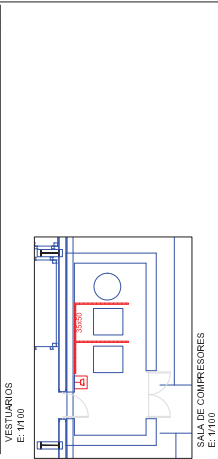
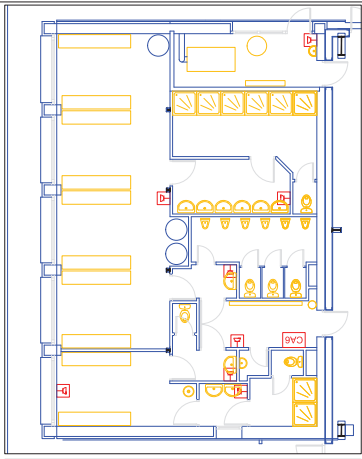
UPNA
 Universidad Pública de Navarra
 Unibertsitatea Publikoa de Nafarroa

E.T.S.I.I.T.
 INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E INGEN. RURAL
 REALIZADO POR: GONZALEZ DEL RIO, ROBERTO
 FIRMA:

PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA EN BT DE NAVE INDUSTRIAL Y CENTRO DE TRANSFORMACION PARA EMPRESA AUXILIAR DE AUTOMOCION

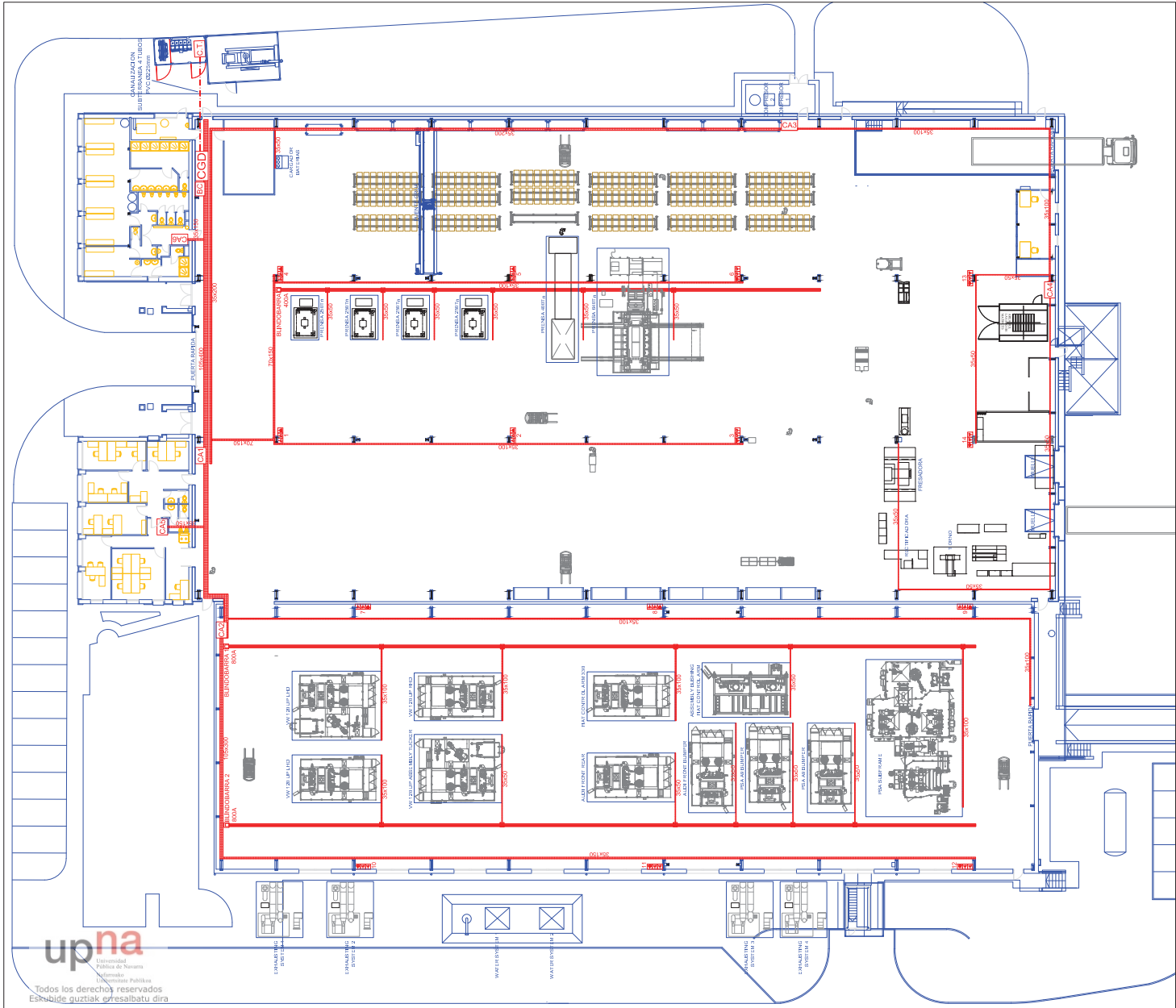
PLANO: INSTALACION DE ALUMBRADO
 FECHA: 23-04-14
 ESCALA: VARIAS
 Nº PLANO: 3.3




Uds.	P. Unit.	P. Total
1	45,0kW	45,0kW
2	45,0kW	90,0kW
1	28,0kW	28,0kW
1	38,0kW	38,0kW
1	38,0kW	38,0kW
1	60,0kW	60,0kW
2	35,0kW	70,0kW
1	45,0kW	45,0kW
1	4,5kW	4,5kW
1	35,0kW	35,0kW
4	15,0kW	60,0kW
1	17,0kW	17,0kW
1	35,0kW	35,0kW
2	36,0kW	72,0kW
1	1,49kW	1,49kW
1	7,48kW	7,48kW
1	0,5kW	0,5kW
2	11,0kW	22,0kW
4	1,5kW	6,0kW
3	1,1kW	3,3kW
2	1,47kW	2,94kW
1	30,0kW	30,0kW

LEYENDA DE SIMBOLOS

CGD	CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCION
CA	CUADRO AUXILIAR DE DISTRIBUCION
EC	BATERIA AUTOMATICA DE CONDENSADORES 48NVA-400V
CC	CONDENSADOR FLUJO 100VA/400V PARA COMPENSACION DE ENERGIA REACTIVA DEL TRANSFORMADOR
CA	CUADRO AUXILIAR DE TOMAS DE CORRIENTE CON 1 TOMA DE CORRIENTE 3P+N+T 32A Y 2 TOMAS DE CORRIENTE 1P+N+T 16A
TC	TOMA DE CORRIENTE P+N+T 16A INSTALADA EN PARED A 0,3m DEL SUELO
CA	CAJA DE ALIMENTACION DE BUNDOBARRA
CA	CANALIZACION SUBTERRANEA CON 4 TUBOS DE PVC Ø225mm ENTERRADOS A 0,17m DE PROFUNDIDAD
CA	BUNDOBARRA EN PVC DE ALUMINIO CON ENVOLVENTE DE CHAPA DE COBRE DE DERIVACION CON SECCIONADOR CON FISURILES
CA	INSTALACION EN TOMA DE DERIVACION DE BUNDOBARRA
CA	BANDEJA DE REJILLA DE ACERO GALVANIZADO EN CALIENTE INSTALADA A 1,0m DE AL. TUBA




UPNA
 Universidad Pública de Navarra
 Ingeniero Técnico Industrial E.

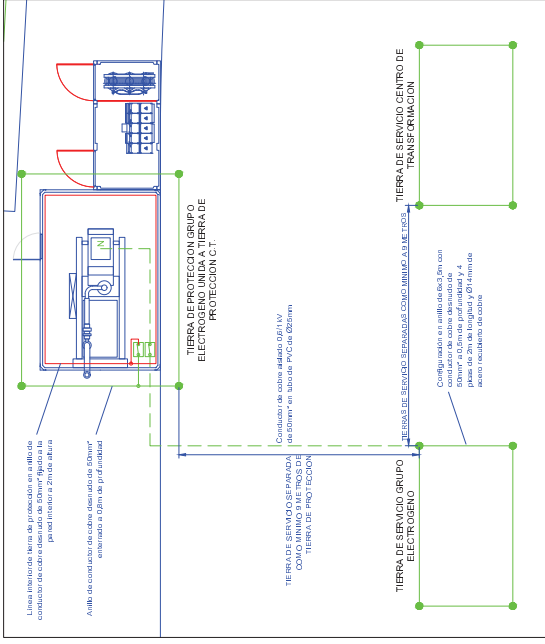
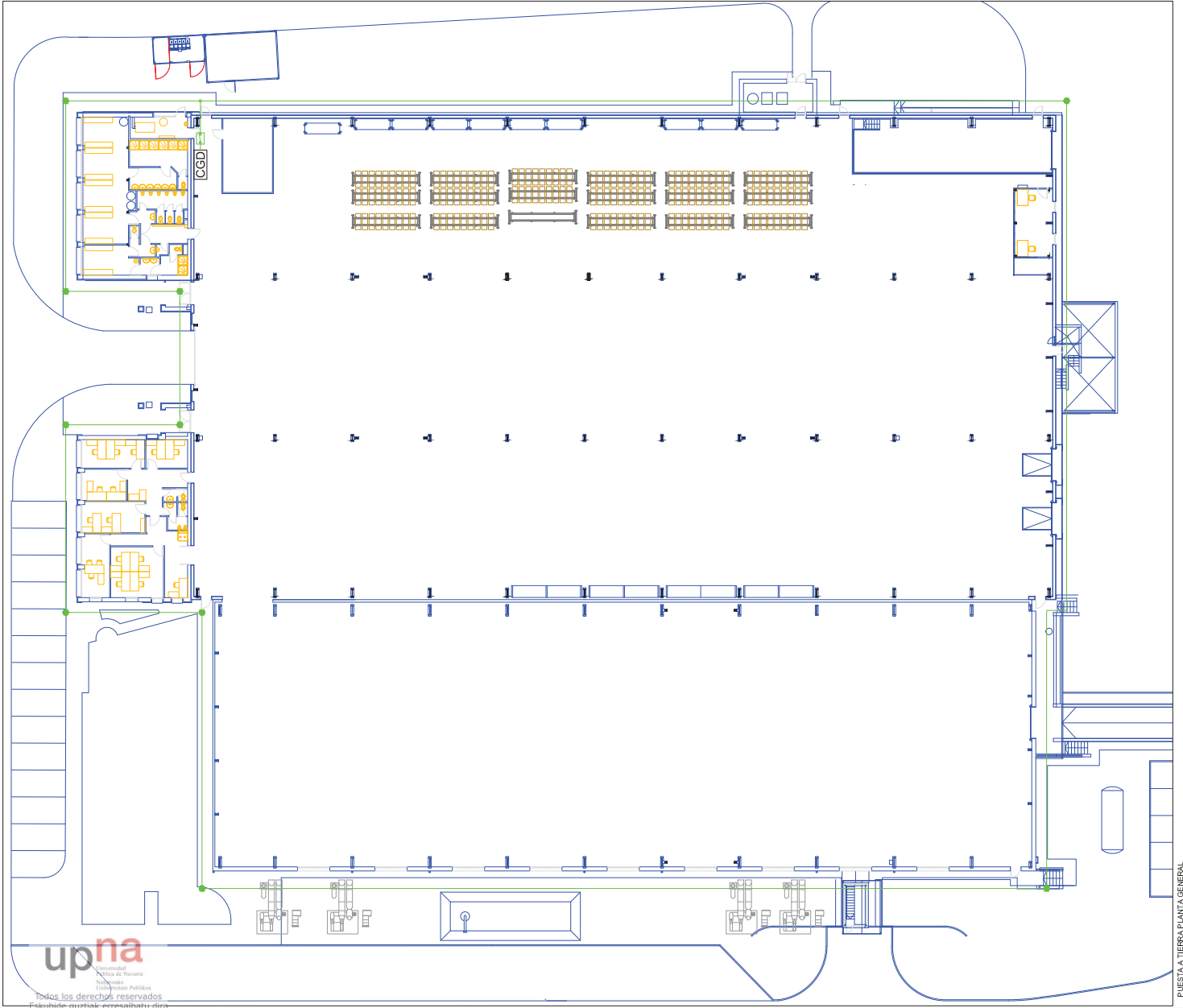
E.T.S.I.I.T.
 DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL

REALIZADO POR: **ROBERTO**
 FIRMA:

PROYECTO: **INSTALACION ELECTRICA EN BT DE NAVE INDUSTRIAL Y CENTRO DE TRANSFORMACION PARA EMPRESA AUXILIAR DE AUTOMOCION**


FECHA: 23-04-14
 ESCALA: VARIAS
 Nº PLANO: 3.4

PLANO: INSTALACION DE FUERZA, MAQUINARIA

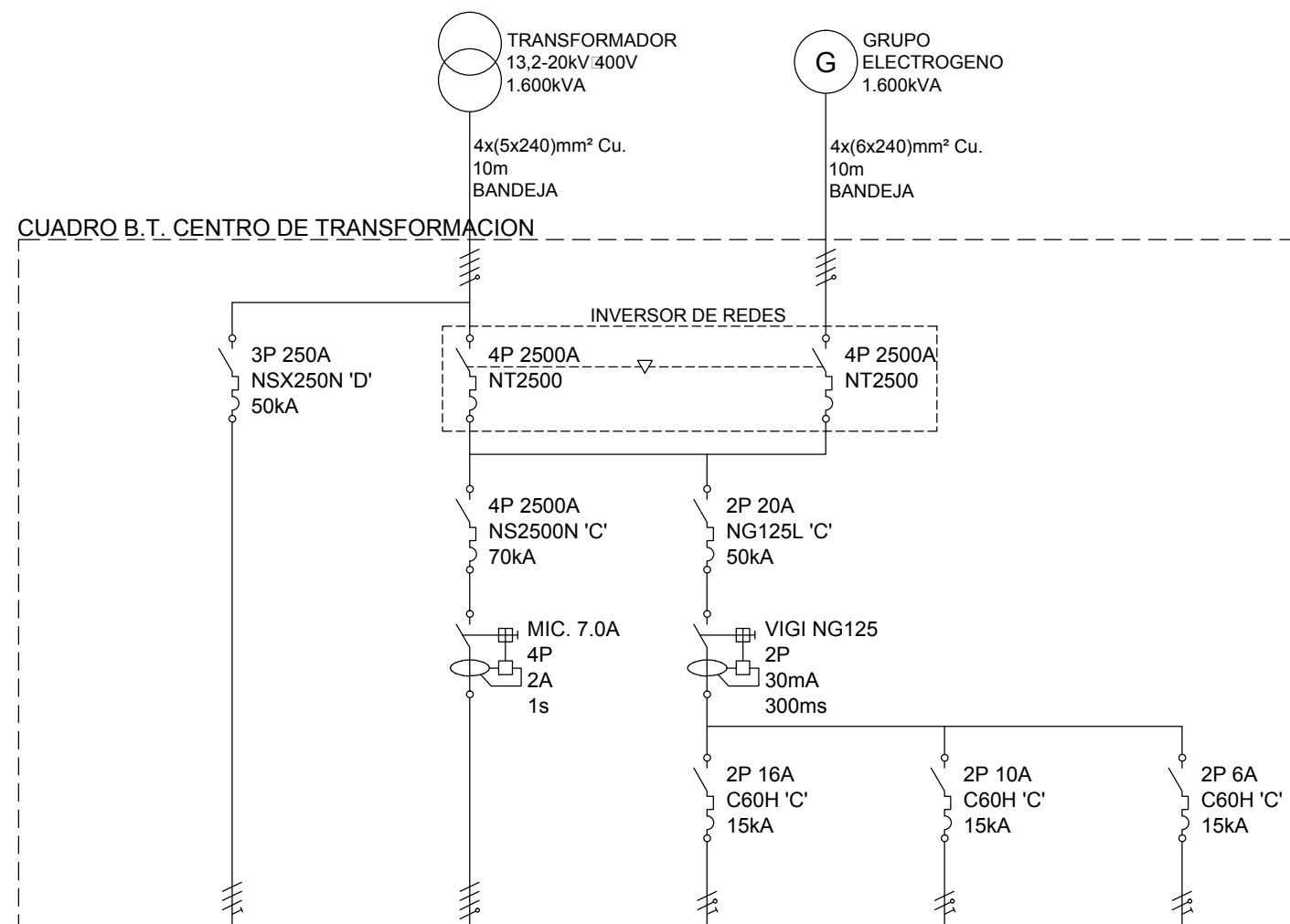


LEYENDA DE SIMBOLOS

■	CAJA DE SECCIONAMIENTO DE PUESTA A TIERRA
●	PICA DE 2m Y Ø14mm DE ACERO RECOBERTO DE COBRE
—	CONDUCTOR DESNUDO DE COBRE 25mm ² ENTERRADO A 0,5m DE PROFUNDIDAD
—	CONDUCTOR AISLADO 0,6/1kV DE COBRE 50mm ² ENTERRADO A 0,5m DE PROFUNDIDAD EN TUBO PVC Ø32mm


E.T.S.I.I.T.
 DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
 INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.
 Urdarralde, P. 101ksga
 REALIZADO POR: J. G. MARTINEZ DEL RIO, ROBERTO
 FIRMA:
 FECHA: 23-04-14
 ESCALA: VARIAS
 Nº PLANO: 3,5

UNIVERSIDAD PUBLICA DE NAVARRA
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.
INSTALACION ELECTRICA EN BT DE NAVE INDUSTRIAL CENTRO DE TRANSFORMACION PARA EMPRESA AUXILIAR DE AUTOMOCION
 PLANO: INSTALACION DE PUESTA A TIERRA



CIRCUITO:	CONDENSADOR FIJO	CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCION	TOMAS DE CORRIENTE SALAS C.T. Y G.E.	ALUMBRADO SALAS C.T. Y G.E.	AL. EMERGENCIAS SALAS C.T. Y G.E.
POTENCIA:	100kVar	1.600kW	3,68kW	3,68kW	3,68kW
SECCION:	3x70+T35mm ² Cu.	4x(7x240)mm ² Cu.	2x2,5+T2,5mm ² Cu.	2x1,5+T1,5mm ² Cu.	2x1,5+T1,5mm ² Cu.
CANALIZACION:	BANDEJA REJILLA	TUBO ENTERRADO	TUBO SUPERFICIE	TUBO SUPERFICIE	TUBO SUPERFICIE
LONGITUD:	8m	15m	10m	10m	11m

LEYENDA DE SIMBOLOS

	- V primario □ V secundario - potencia	TRANSFORMADOR AISLAMIENTO SECO
	- potencia	GRUPO ELECTROGENO
		ENCLAVAMIENTO INVERSOR DE REDES
	- n° polos e intensidad nominal - modelo y curva de disparo - poder de corte	INTERRUPTOR AUTOMATICO MAGNETOTERMICO
	- modelo - n° polos e intensidad nominal - sensibilidad amperimetrica - sensibilidad cronometrica	INTERRUPTOR DIFERENCIAL
	- n° polos e intensidad nominal - modelo	SECCIONADOR EN CARGA
		CONDUCTORES DE FASE
		CONDUCTOR NEUTRO
		CONDUCTOR DE PROTECCION



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.

**INGENIERO
TECNICO INDUSTRIAL E.**

DEPARTAMENTO:

**DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL**

PROYECTO:

**INSTALACION ELECTRICA EN BT DE NAVE
INDUSTRIAL Y CENTRO DE TRANSFORMACION
PARA EMPRESA AUXILIAR DE AUTOMOCION**

REALIZADO:

**PEREZ ORTIZ DEL RIO,
ROBERTO**

FIRMA:

PLANO:

ESQUEMAS UNIFILARES. CUADRO B.T. EN C.T.

FECHA:

23-04-14

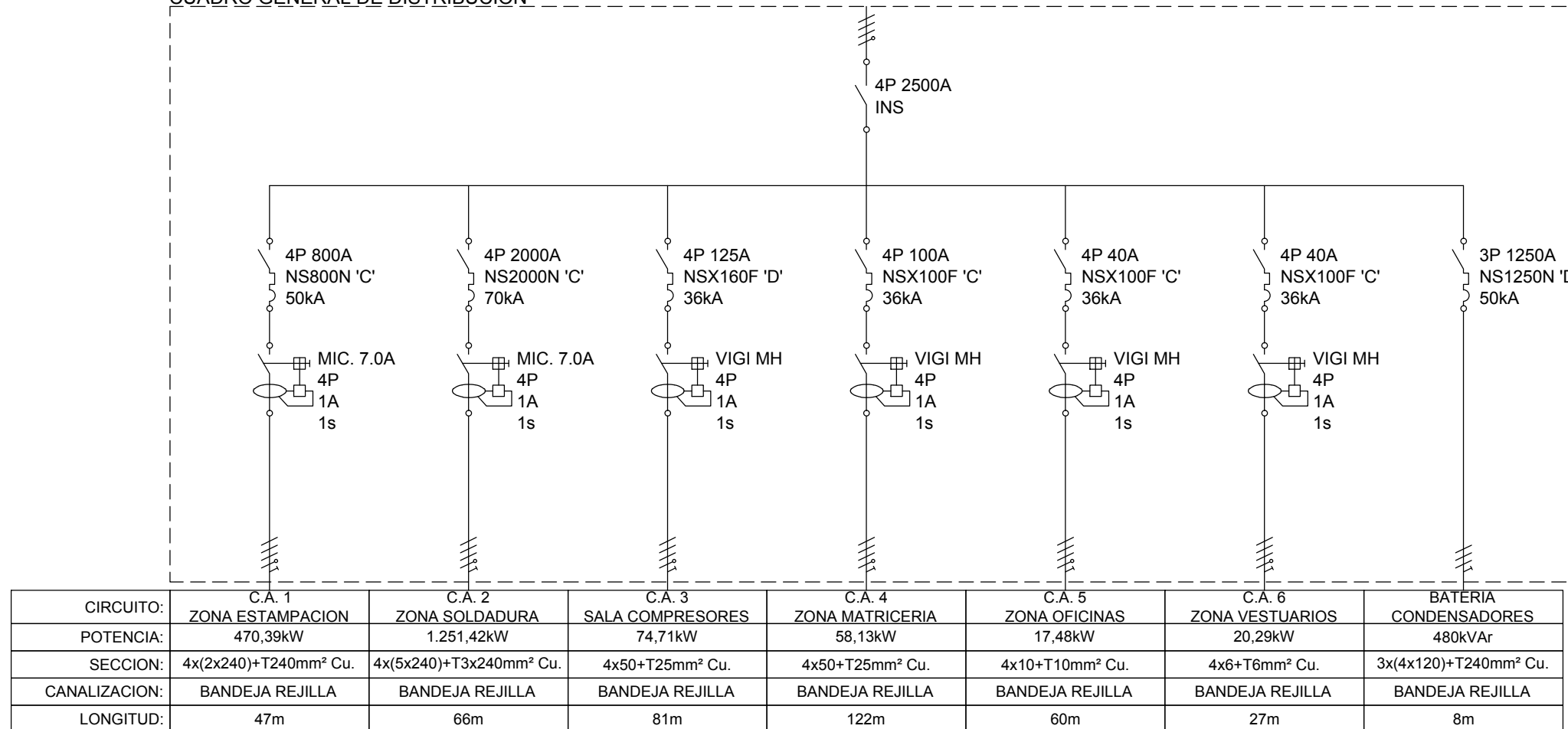
ESCALA:

-

Nº PLANO:

3.6

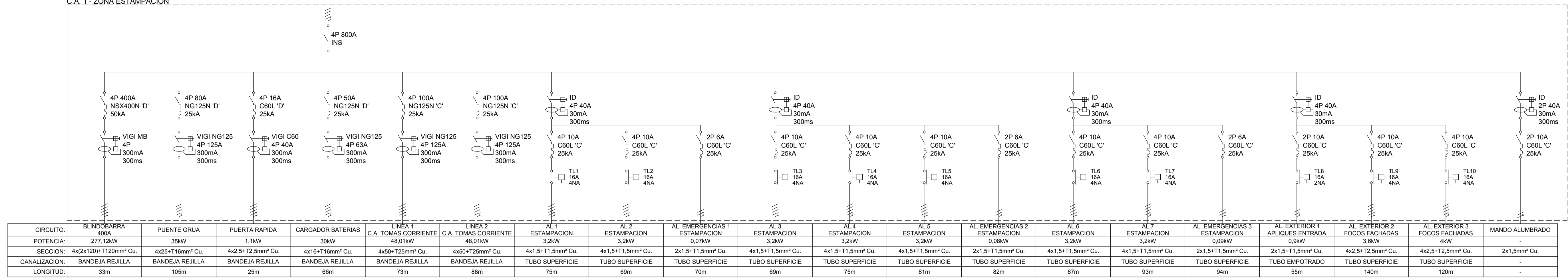
CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCION



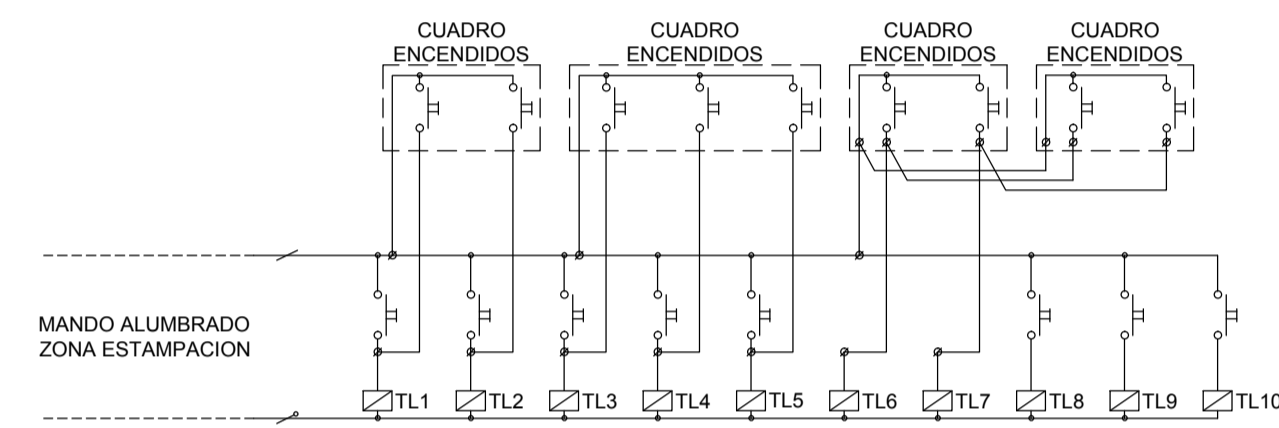
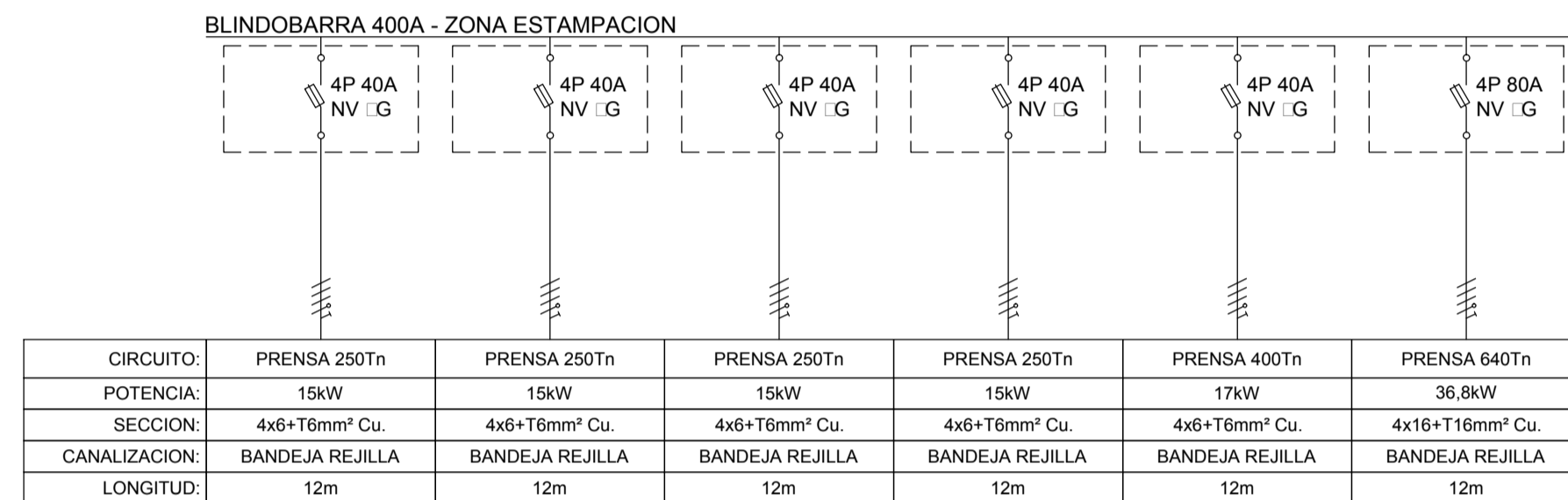
LEYENDA DE SIMBOLOS	
	- nº polos e intensidad nominal - modelo y curva de disparo - poder de corte INTERRUPTOR AUTOMATICO MAGNETOTERMICO
	- modelo - nº polos e intensidad nominal - sensibilidad amperimetrica - sensibilidad cronometrica INTERRUPTOR DIFERENCIAL
	- nº polos e intensidad nominal - modelo SECCIONADOR EN CARGA
	CONDUCTORES DE FASE
	CONDUCTOR NEUTRO
	CONDUCTOR DE PROTECCION

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA EN BT DE NAVE INDUSTRIAL Y CENTRO DE TRANSFORMACION PARA EMPRESA AUXILIAR DE AUTOMOCION		REALIZADO: PEREZ ORTIZ DEL RIO, ROBERTO
PLANO: ESQUEMAS UNIFILARES. C.G.D.		FIRMA:
	FECHA: 23-04-14	ESCALA: -
	Nº PLANO: 3.7	

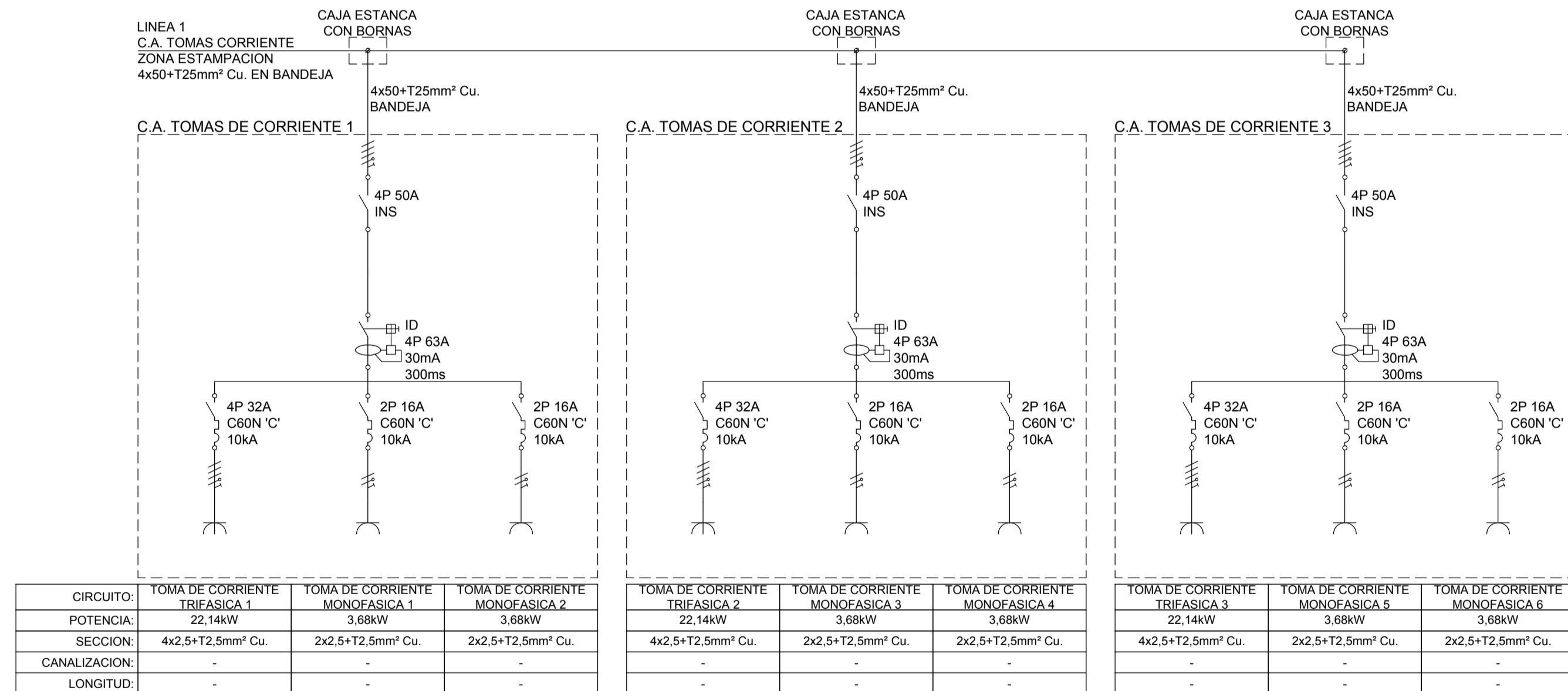
C.A. 1 - ZONA ESTAMPACION



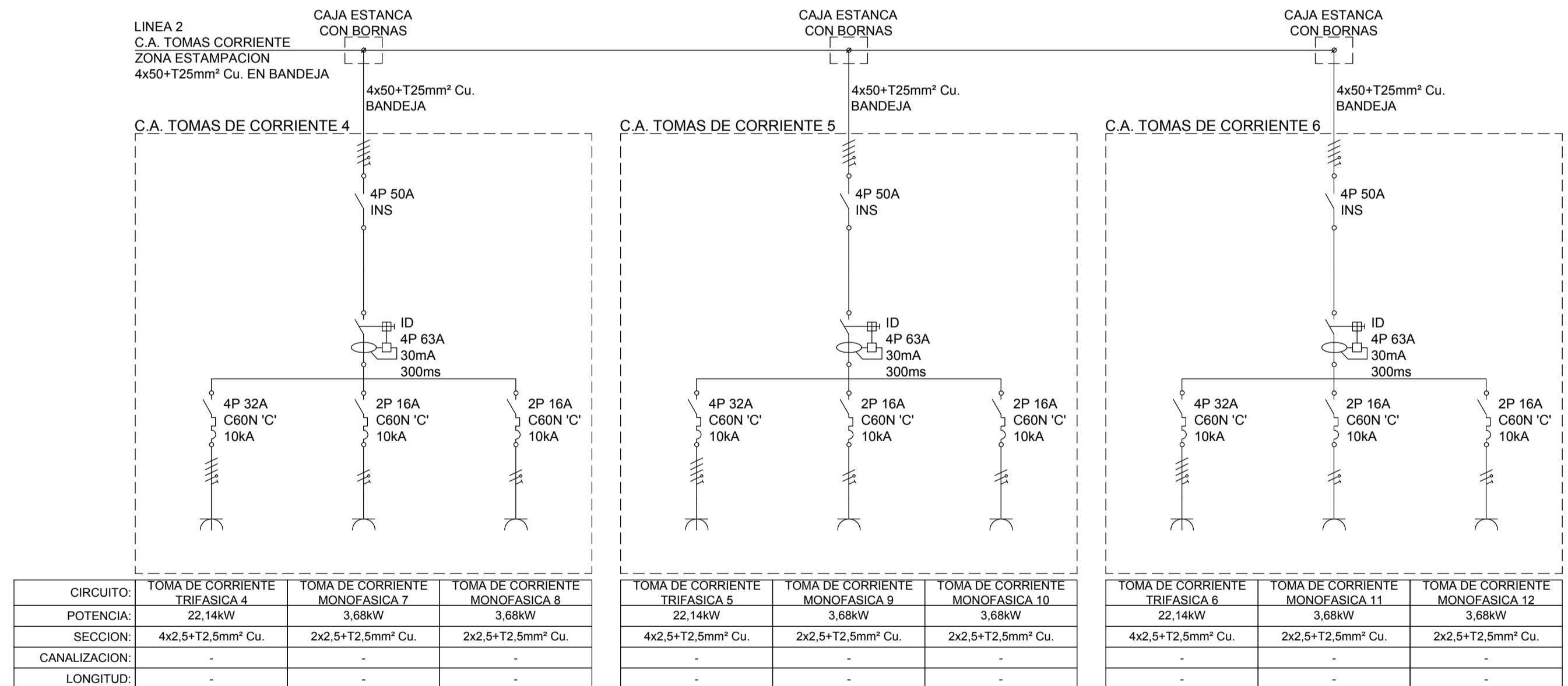
BLINDOBARRA 400A - ZONA ESTAMPACION



LINEA 1 C.A. TOMAS CORRIENTE ZONA ESTAMPACION



LINEA 2 C.A. TOMAS CORRIENTE ZONA ESTAMPACION

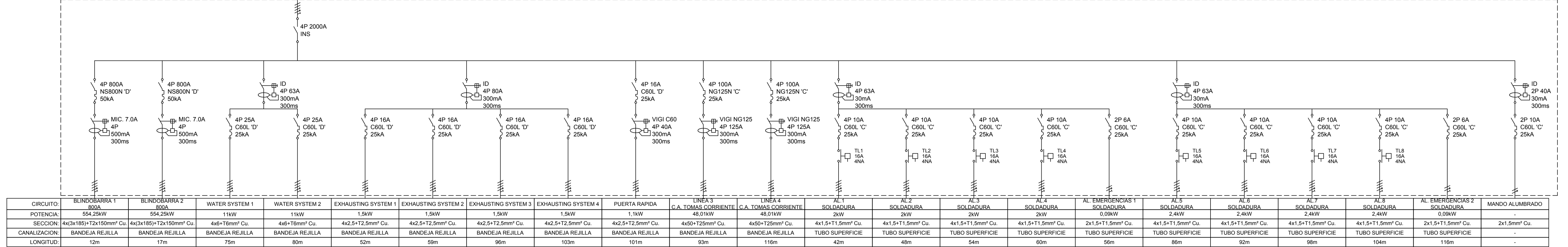


LEYENDA DE SIMBOLOS

	- n° polos e intensidad nominal - modelo y curva de disparo - poder de corte	INTERRUPTOR AUTOMATICO MAGNETOTERMICO
	- modelo - n° polos e intensidad nominal - sensibilidad amperimetrica - sensibilidad cronometrica	INTERRUPTOR DIFERENCIAL
	- n° polos e intensidad nominal - modelo	SECCIONADOR EN CARGA
	- n° polos e intensidad nominal - modelo y tipo	SECCIONADOR EN CARGA CON FUSIBLES
	- denominacion - intensidad nominal - contactos auxiliares	TELERRUPTOR
		PULSADOR NORMALMENTE ABIERTO
		BOBINA TELERRUPTOR 230V
		CONDUCTORES DE FASE
		CONDUCTOR NEUTRO
		CONDUCTOR DE PROTECCION

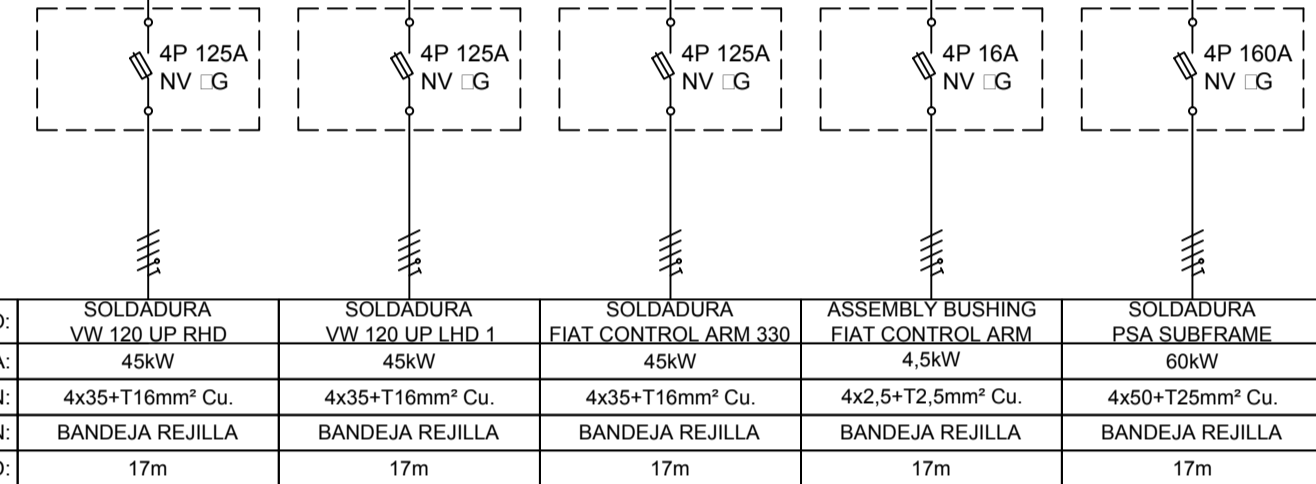
Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA EN BT DE NAVE INDUSTRIAL Y CENTRO DE TRANSFORMACION PARA EMPRESA AUXILIAR DE AUTOMOCION	REALIZADO: PEREZ ORTIZ DEL RIO, ROBERTO
PLANO: ESQUEMAS UNIFILARES. CUADROS AUXILIARES 1	FECHA: 23-04-14	ESCALA: -
		Nº PLANO: 3.8

C.A. 2 - ZONA SOLDADURA



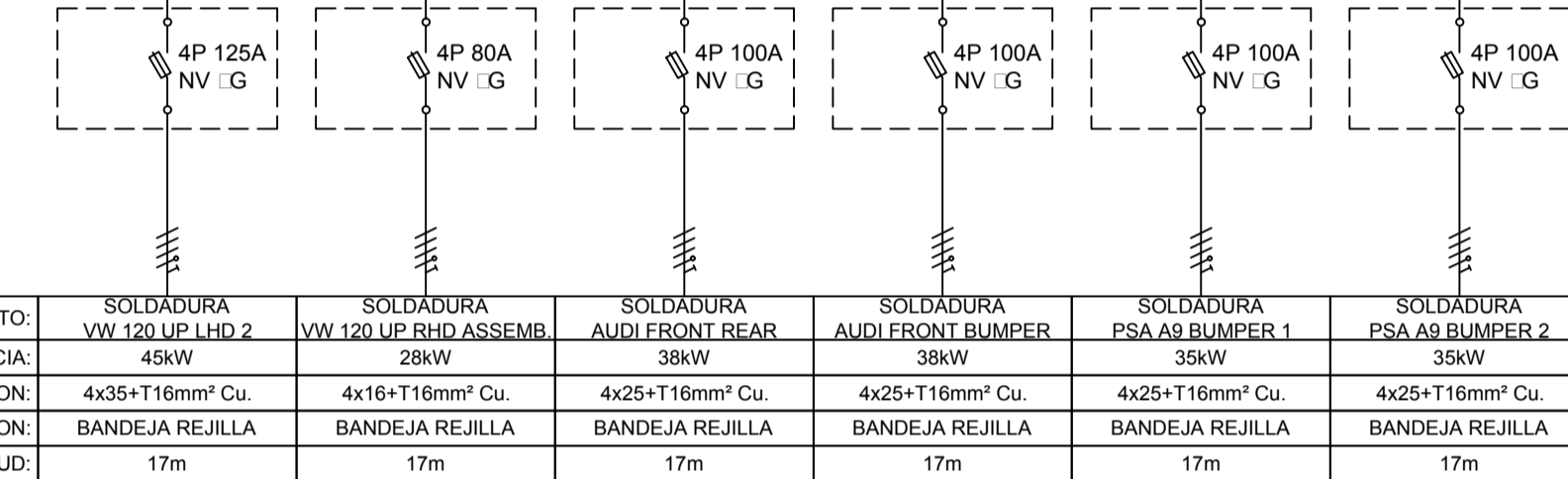
CIRCUITO:	BLINDOBARRA 1 800A	BLINDOBARRA 2 800A	WATER SYSTEM 1	WATER SYSTEM 2	EXHAUSTING SYSTEM 1	EXHAUSTING SYSTEM 2	EXHAUSTING SYSTEM 3	EXHAUSTING SYSTEM 4	PUERTA RAPIDA	LINEA 3 C.A. TOMAS CORRIENTE	LINEA 4 C.A. TOMAS CORRIENTE	AL 1 SOLDADURA	AL 2 SOLDADURA	AL 3 SOLDADURA	AL 4 SOLDADURA	AL EMERGENCIAS 1 SOLDADURA	AL 5 SOLDADURA	AL 6 SOLDADURA	AL 7 SOLDADURA	AL 8 SOLDADURA	AL EMERGENCIAS 2 SOLDADURA	MANDO ALUMBRADO
POTENCIA:	554.25kW	554.25kW	11kW	11kW	1.5kW	1.5kW	1.5kW	1.5kW	1.1kW	48.01kW	48.01kW	2kW	2kW	2kW	2kW	0.09kW	2.4kW	2.4kW	2.4kW	2.4kW	0.09kW	-
SECCION:	4x(3x185)+T2x150mm ² Cu.	4x(3x185)+T2x150mm ² Cu.	4x6+T6mm ² Cu.	4x6+T6mm ² Cu.	4x2.5+T2.5mm ² Cu.	4x2.5+T2.5mm ² Cu.	4x2.5+T2.5mm ² Cu.	4x2.5+T2.5mm ² Cu.	4x2.5+T2.5mm ² Cu.	4x50+T25mm ² Cu.	4x50+T25mm ² Cu.	4x1.5+T1.5mm ² Cu.	4x1.5+T1.5mm ² Cu.	4x1.5+T1.5mm ² Cu.	4x1.5+T1.5mm ² Cu.	2x1.5+T1.5mm ² Cu.	4x1.5+T1.5mm ² Cu.	4x1.5+T1.5mm ² Cu.	4x1.5+T1.5mm ² Cu.	4x1.5+T1.5mm ² Cu.	2x1.5+T1.5mm ² Cu.	2x1.5mm ² Cu.
CANALIZACION:	BANDEJA REJILLA	BANDEJA REJILLA	BANDEJA REJILLA	BANDEJA REJILLA	BANDEJA REJILLA	BANDEJA REJILLA	BANDEJA REJILLA	BANDEJA REJILLA	BANDEJA REJILLA	BANDEJA REJILLA	BANDEJA REJILLA	TUBO SUPERFICIE	TUBO SUPERFICIE	TUBO SUPERFICIE	TUBO SUPERFICIE	TUBO SUPERFICIE	TUBO SUPERFICIE	TUBO SUPERFICIE	TUBO SUPERFICIE	TUBO SUPERFICIE	TUBO SUPERFICIE	-
LONGITUD:	12m	17m	75m	80m	52m	59m	96m	103m	101m	93m	116m	42m	48m	54m	60m	56m	86m	92m	98m	104m	116m	-

BLINDOBARRA 1 800A - ZONA SOLDADURA

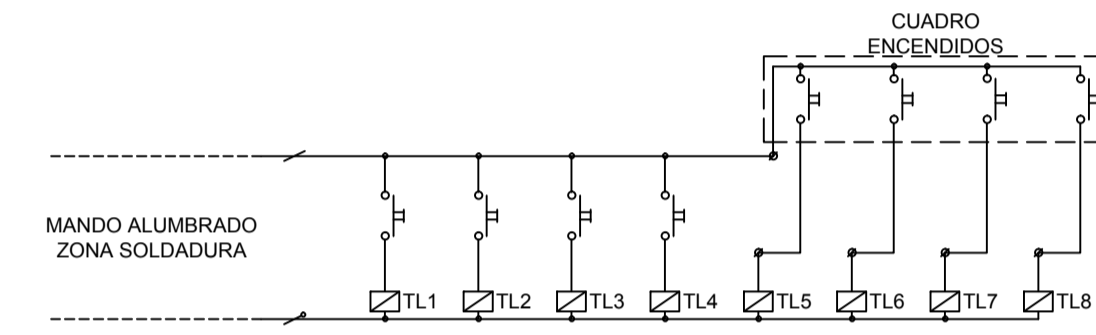


CIRCUITO:	SOLDADURA VW 120 UP LHD	SOLDADURA VW 120 UP LHD 1	SOLDADURA FIAT CONTROL ARM 330	ASSEMBLY BUSHING FIAT CONTROL ARM	SOLDADURA PSA SUBFRAME
POTENCIA:	45kW	45kW	45kW	4.5kW	60kW
SECCION:	4x35+T16mm ² Cu.	4x35+T16mm ² Cu.	4x35+T16mm ² Cu.	4x2.5+T2.5mm ² Cu.	4x50+T25mm ² Cu.
CANALIZACION:	BANDEJA REJILLA	BANDEJA REJILLA	BANDEJA REJILLA	BANDEJA REJILLA	BANDEJA REJILLA
LONGITUD:	17m	17m	17m	17m	17m

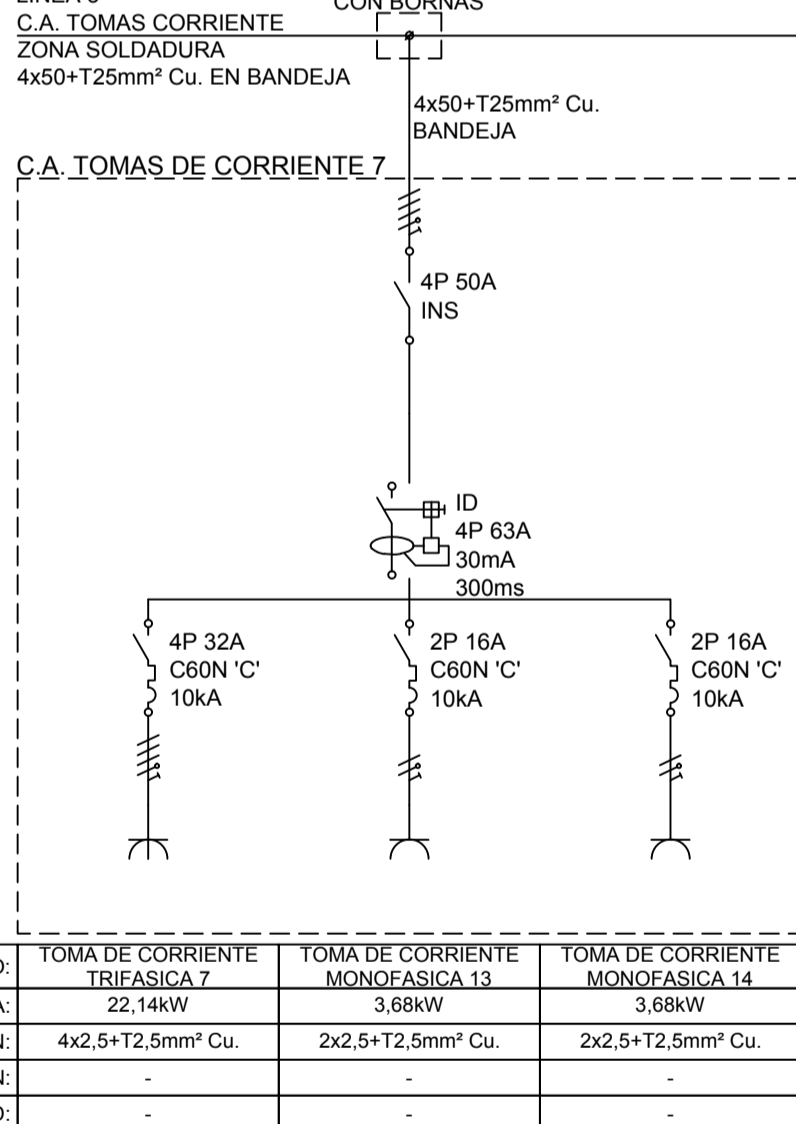
BLINDOBARRA 2 800A - ZONA SOLDADURA



CIRCUITO:	SOLDADURA VW 120 UP LHD 2	SOLDADURA VW 120 UP RHD ASSEMB	SOLDADURA AUDI FRONT BEAR	SOLDADURA AUDI FRONT BUMPER	SOLDADURA PSA A9 BUMPER 1	SOLDADURA PSA A9 BUMPER 2
POTENCIA:	45kW	28kW	38kW	38kW	35kW	35kW
SECCION:	4x35+T16mm ² Cu.	4x16+T16mm ² Cu.	4x25+T16mm ² Cu.	4x25+T16mm ² Cu.	4x25+T16mm ² Cu.	4x25+T16mm ² Cu.
CANALIZACION:	BANDEJA REJILLA	BANDEJA REJILLA	BANDEJA REJILLA	BANDEJA REJILLA	BANDEJA REJILLA	BANDEJA REJILLA
LONGITUD:	17m	17m	17m	17m	17m	17m

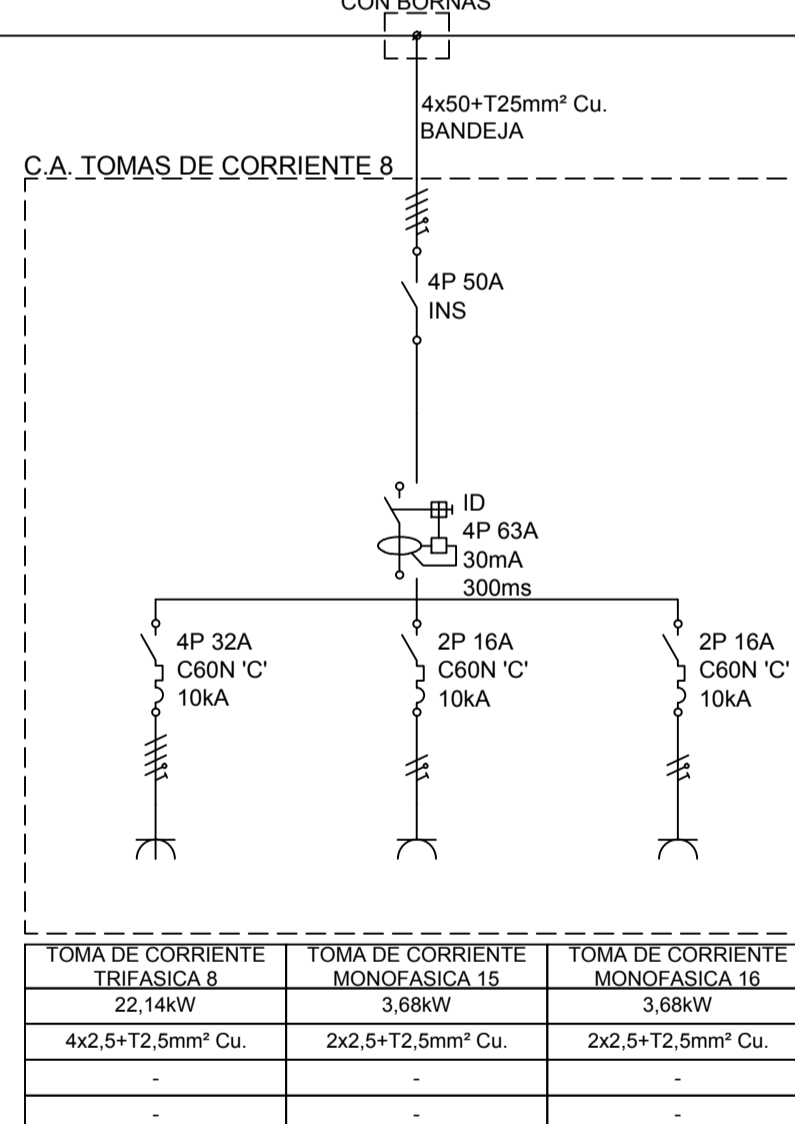


LINEA 3 C.A. TOMAS CORRIENTE ZONA SOLDADURA



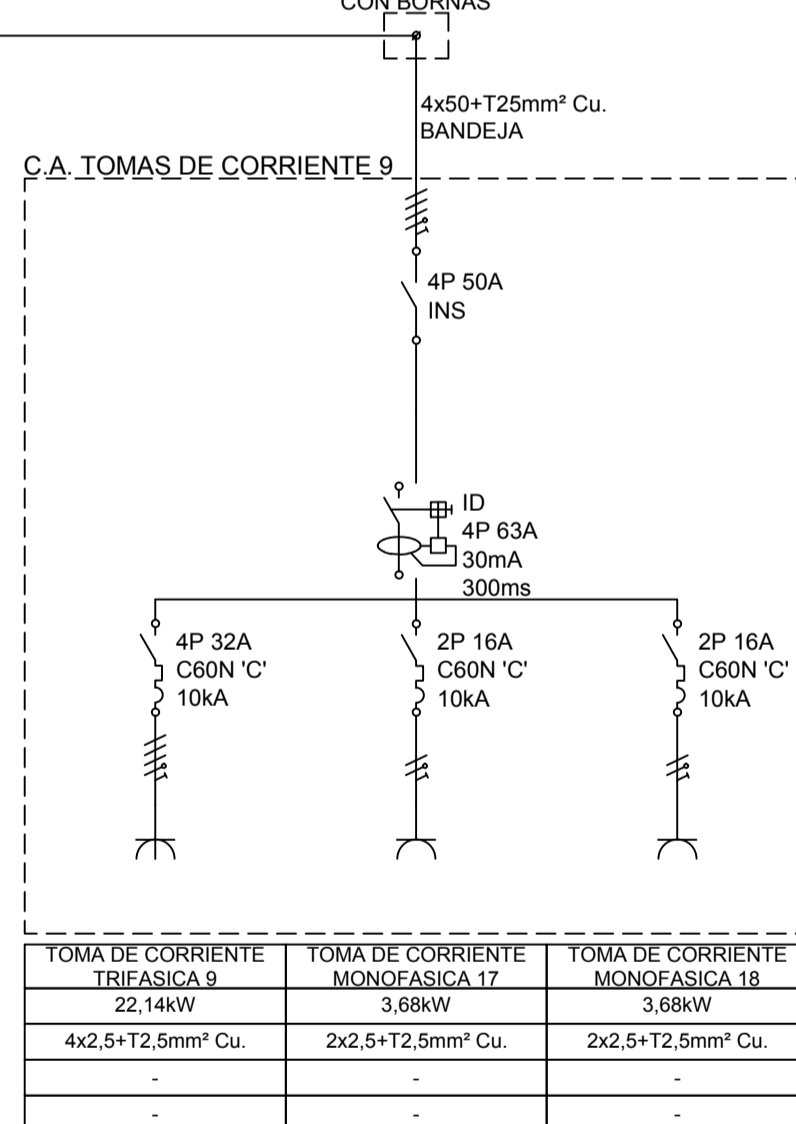
CIRCUITO:	TOMA DE CORRIENTE TRIFASICA 7	TOMA DE CORRIENTE MONOFASICA 13	TOMA DE CORRIENTE MONOFASICA 14
POTENCIA:	22.14kW	3.68kW	3.68kW
SECCION:	4x2.5+T2.5mm ² Cu.	2x2.5+T2.5mm ² Cu.	2x2.5+T2.5mm ² Cu.
CANALIZACION:	-	-	-
LONGITUD:	-	-	-

CAJA ESTANCA CON BORNAS



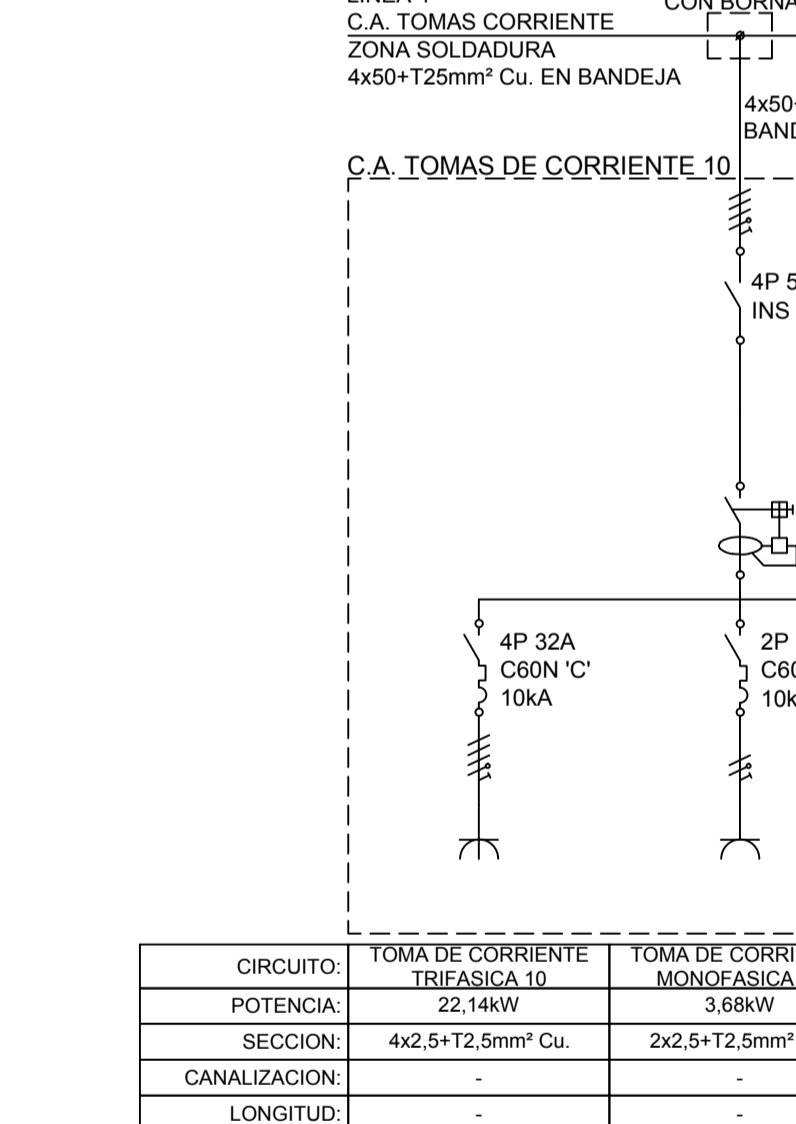
CIRCUITO:	TOMA DE CORRIENTE TRIFASICA 8	TOMA DE CORRIENTE MONOFASICA 15	TOMA DE CORRIENTE MONOFASICA 16
POTENCIA:	22.14kW	3.68kW	3.68kW
SECCION:	4x2.5+T2.5mm ² Cu.	2x2.5+T2.5mm ² Cu.	2x2.5+T2.5mm ² Cu.
CANALIZACION:	-	-	-
LONGITUD:	-	-	-

CAJA ESTANCA CON BORNAS



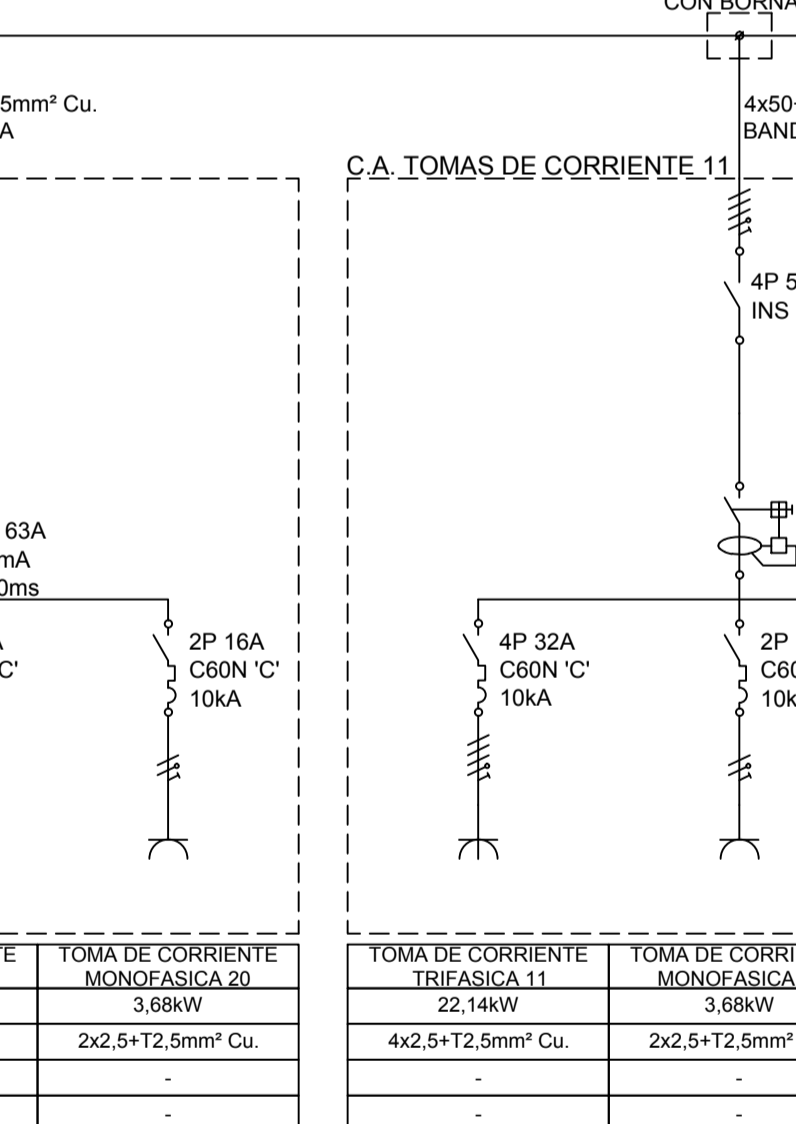
CIRCUITO:	TOMA DE CORRIENTE TRIFASICA 9	TOMA DE CORRIENTE MONOFASICA 17	TOMA DE CORRIENTE MONOFASICA 18
POTENCIA:	22.14kW	3.68kW	3.68kW
SECCION:	4x2.5+T2.5mm ² Cu.	2x2.5+T2.5mm ² Cu.	2x2.5+T2.5mm ² Cu.
CANALIZACION:	-	-	-
LONGITUD:	-	-	-

LINEA 4 C.A. TOMAS CORRIENTE ZONA SOLDADURA



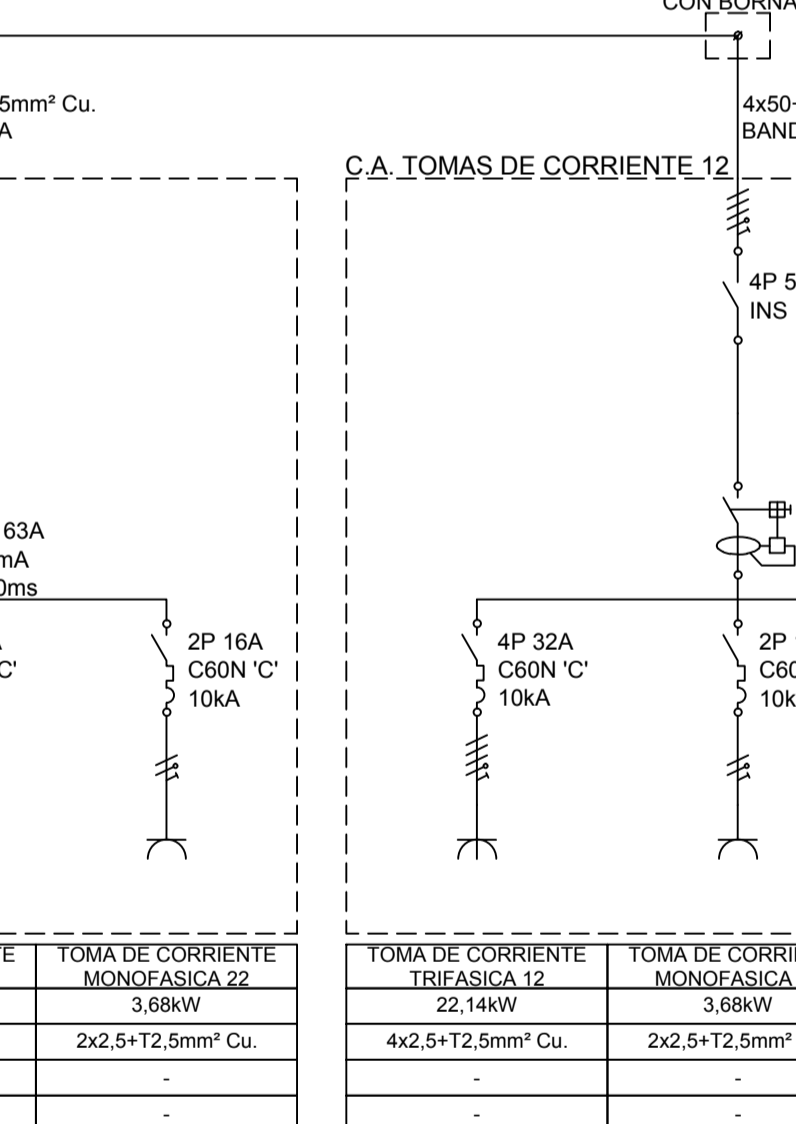
CIRCUITO:	TOMA DE CORRIENTE TRIFASICA 10	TOMA DE CORRIENTE MONOFASICA 19	TOMA DE CORRIENTE MONOFASICA 20
POTENCIA:	22.14kW	3.68kW	3.68kW
SECCION:	4x2.5+T2.5mm ² Cu.	2x2.5+T2.5mm ² Cu.	2x2.5+T2.5mm ² Cu.
CANALIZACION:	-	-	-
LONGITUD:	-	-	-

CAJA ESTANCA CON BORNAS



CIRCUITO:	TOMA DE CORRIENTE TRIFASICA 11	TOMA DE CORRIENTE MONOFASICA 21	TOMA DE CORRIENTE MONOFASICA 22
POTENCIA:	22.14kW	3.68kW	3.68kW
SECCION:	4x2.5+T2.5mm ² Cu.	2x2.5+T2.5mm ² Cu.	2x2.5+T2.5mm ² Cu.
CANALIZACION:	-	-	-
LONGITUD:	-	-	-

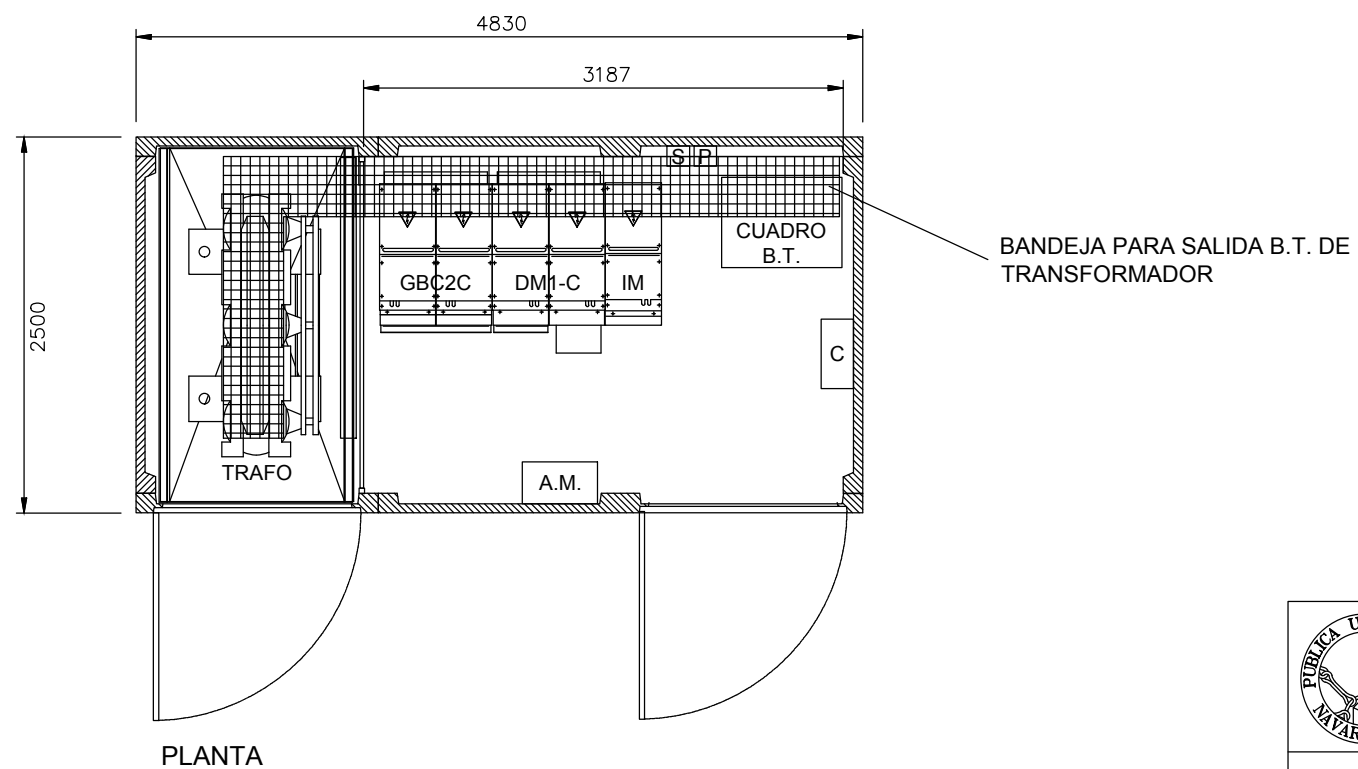
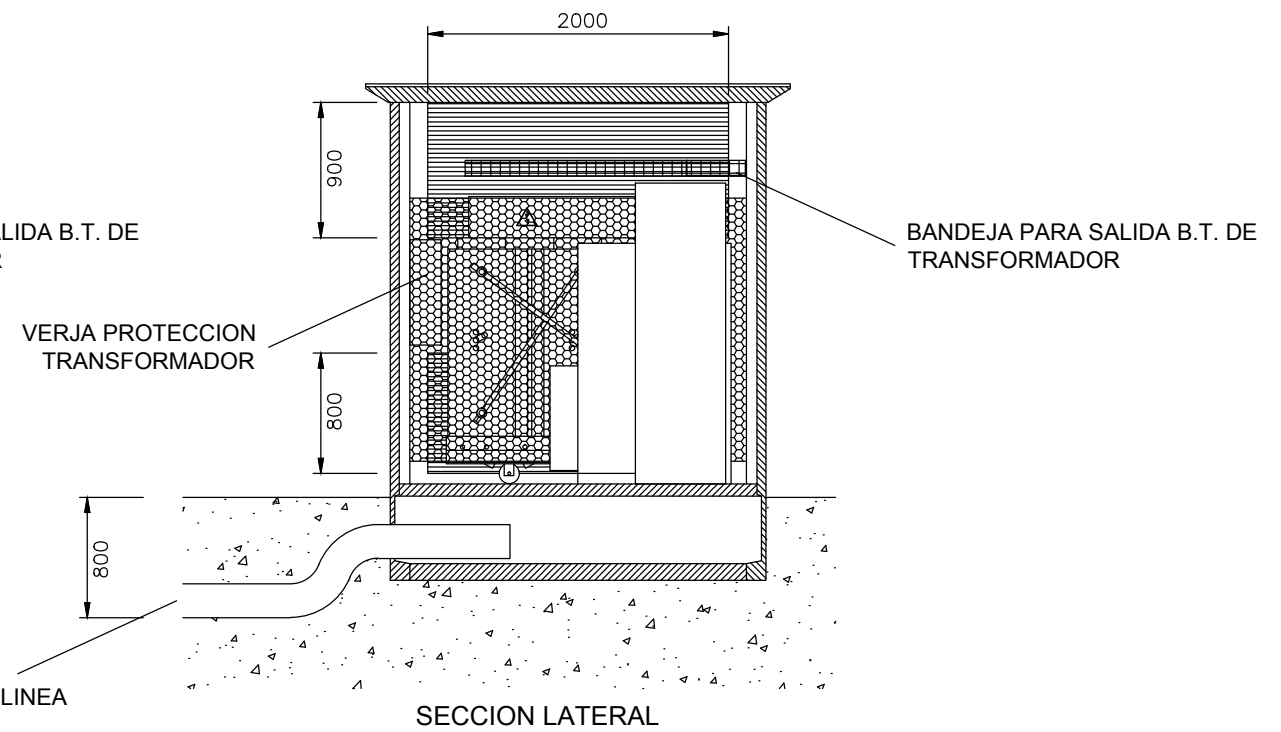
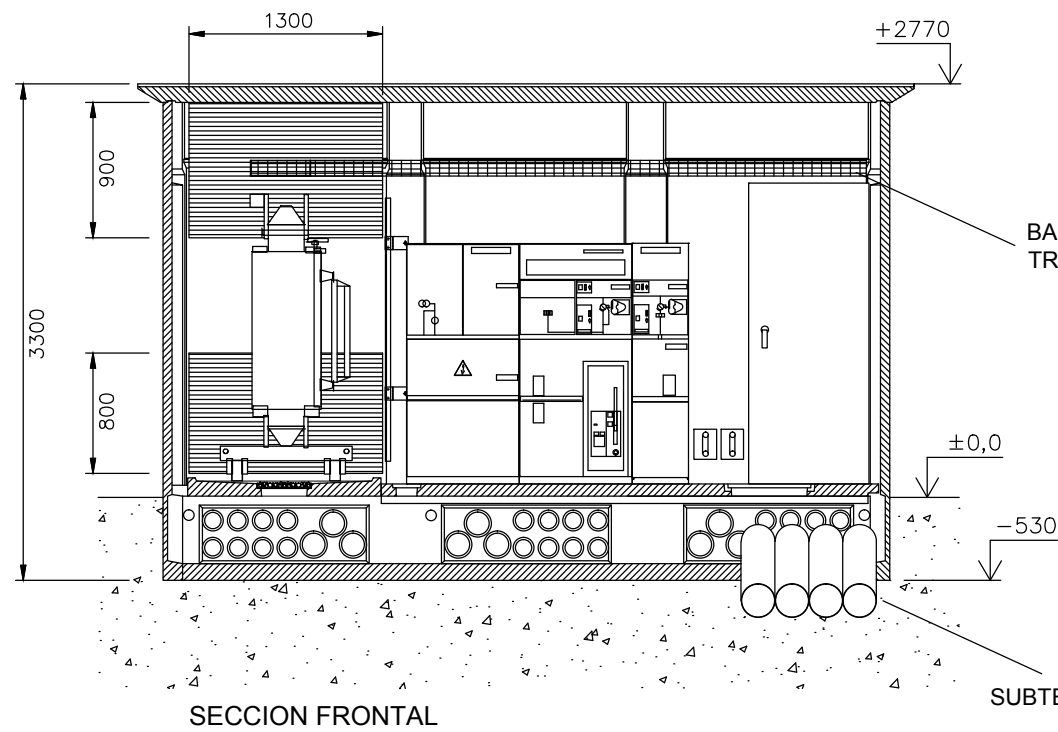
CAJA ESTANCA CON BORNAS



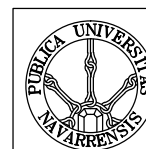
CIRCUITO:	TOMA DE CORRIENTE TRIFASICA 12	TOMA DE CORRIENTE MONOFASICA 23	TOMA DE CORRIENTE MONOFASICA 24
POTENCIA:	22.14kW	3.68kW	3.68kW
SECCION:	4x2.5+T2.5mm ² Cu.	2x2.5+T2.5mm ² Cu.	2x2.5+T2.5mm ² Cu.
CANALIZACION:	-	-	-
LONGITUD:	-	-	-

LEYENDA DE SIMBOLOS	
	- nº polos e intensidad nominal - modelo y curva de disparo - poder de corte INTERRUPTOR AUTOMATICO MAGNETOTERMICO
	- modelo - nº polos e intensidad nominal - sensibilidad amperimetrica - sensibilidad crocrometrica INTERRUPTOR DIFERENCIAL
	- nº polos e intensidad nominal - modelo SECCIONADOR EN CARGA
	- nº polos e intensidad nominal - modelo y tipo SECCIONADOR EN CARGA CON FUSIBLES
	- denominacion - intensidad nominal - contactos auxiliares TELERRUPTOR
	PULSADOR NORMALMENTE ABIERTO
	BOBINA TELERRUPTOR 230V
	CONDUCTORES DE FASE
	CONDUCTOR NEUTRO
	CONDUCTOR DE PROTECCION

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA EN BT DE NAVE INDUSTRIAL Y CENTRO DE TRANSFORMACION PARA EMPRESA AUXILIAR DE AUTOMOCION	REALIZADO: PEREZ ORTIZ DEL RIO, ROBERTO
PLANO: ESQUEMAS UNIFILARES. CUADROS AUXILIARES 2	FECHA: 23-04-14	ESCALA: -
		Nº PLANO: 3.9



GBC2C	CELDA DE MEDIDA 24kV SF6, CON 3 TRANSFORMADORES DE TENSION Y 3 TRANSFORMADORES DE CORRIENTE
DM1-C	CELDA DE PROTECCION CON INTERRUPTOR AUTOMATICO 24kV 400A SF6
IM	CELDA DE ENTRADA DE LINEA M.T. CON INTERRUPTOR SECCIONADOR 24kV 400A SF6
CUADRO B.T.	CUADRO DE BAJA TENSION DE DIMENSIONES 2000x800x600mm
C	CONDENSADOR FIJO 100kVAr 400V
A.M.	ARMARIO DE MEDIDA
TRAFO	TRANSFORMADOR DE AISLAMIENTO SECO ENCAPSULADO 1600kVA 13,2kV 400V
S	CAJA DE SECCIONAMIENTO Y MEDIDA DE PUESTA A TIERRA DE SERVICIO
P	CAJA DE SECCIONAMIENTO Y MEDIDA DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCION



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
**INGENIERO
TECNICO INDUSTRIAL E.**

DEPARTAMENTO:
**DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL**

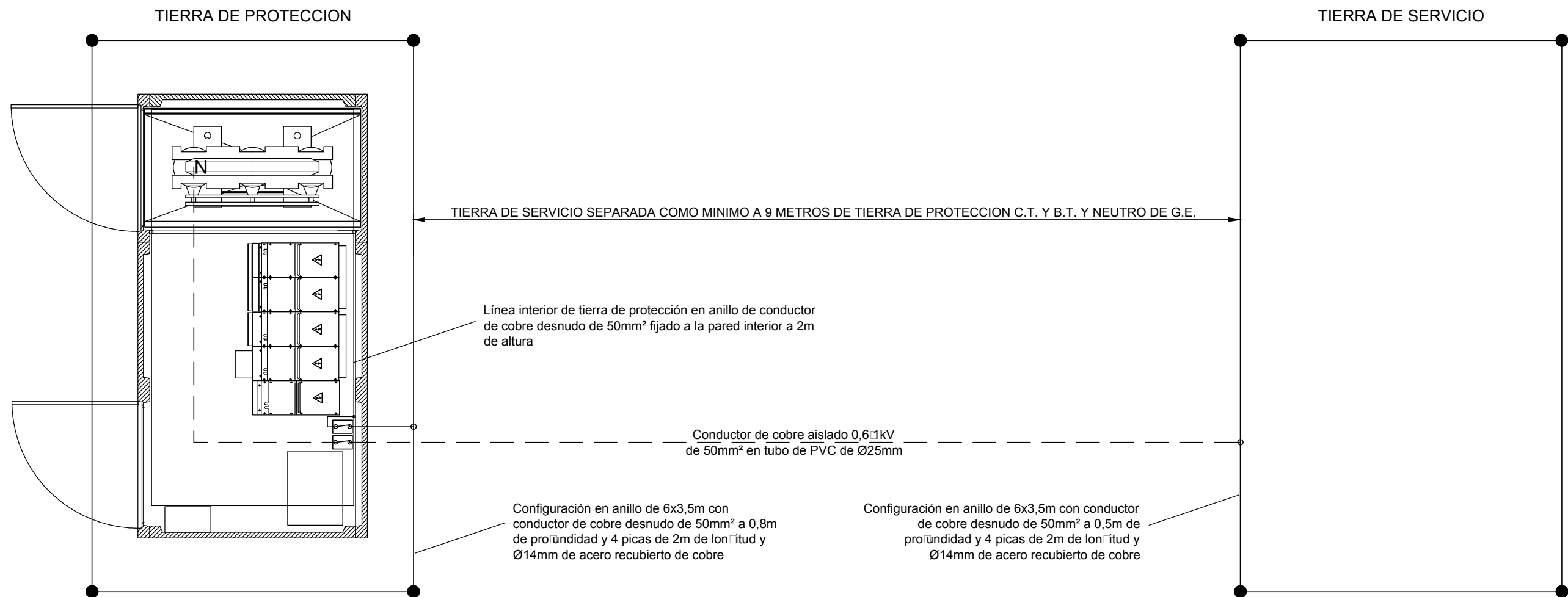
PROYECTO:
**INSTALACION ELECTRICA EN BT DE NAVE
INDUSTRIAL Y CENTRO DE TRANSFORMACION
PARA EMPRESA AUXILIAR DE AUTOMOCION**

REALIZADO:
**PEREZ ORTIZ DEL RIO,
ROBERTO**

FIRMA:

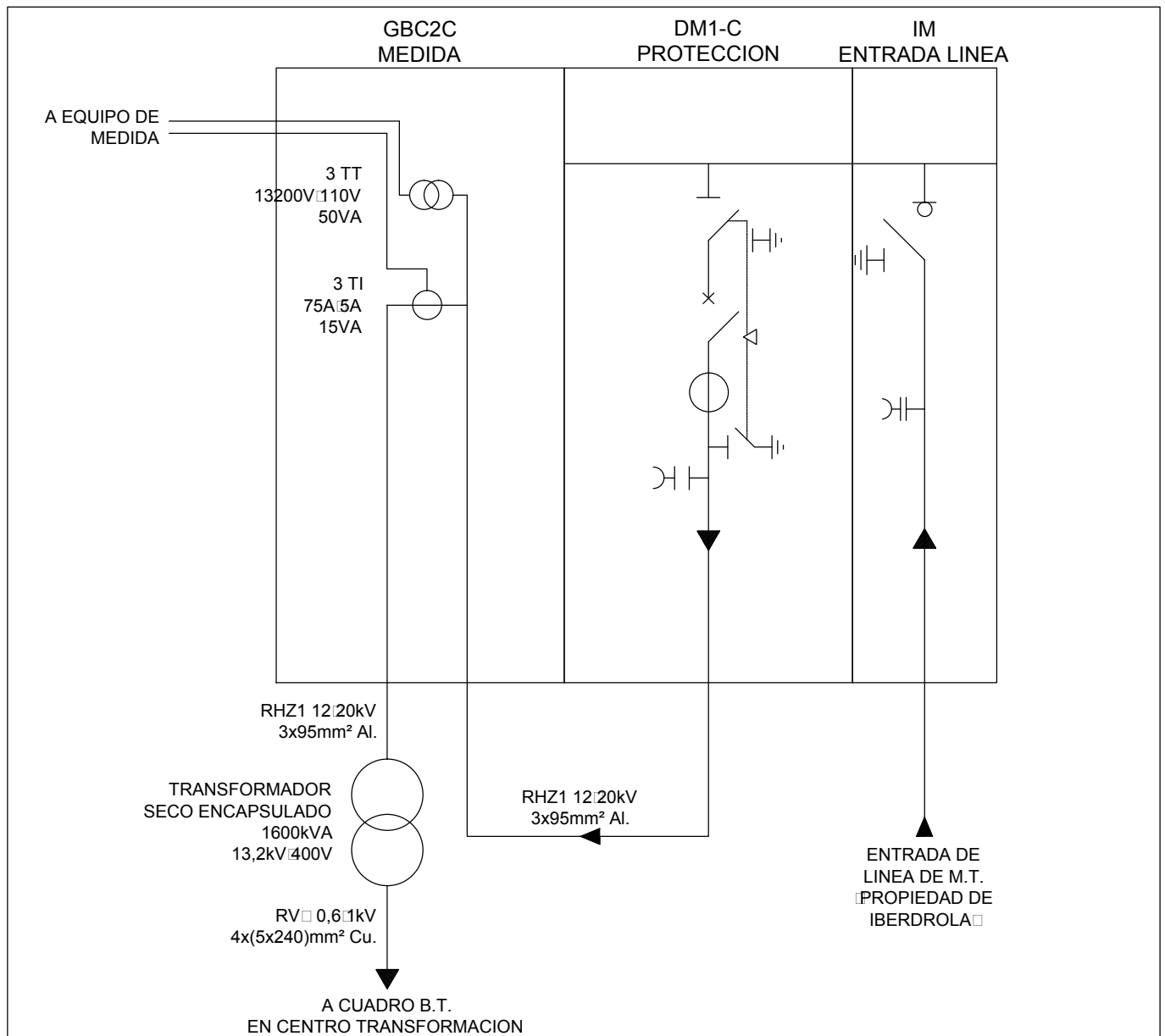
PLANO:
PLANTA DEL CENTRO DE TRANSFORMACION

FECHA: 23-04-14
ESCALA: 1:50
Nº PLANO: 3.11



LEYENDA DE SIMBOLOS	
	CAJA DE SECCIONAMIENTO DE PUESTA A TIERRA
	PICA DE 2m Y Ø14mm DE ACERO RECUBIERTO DE COBRE
	CONDUCTOR DESNUDO DE COBRE 50mm² ENTERRADO A 0,8m DE PROFUNDIDAD
	CONDUCTOR AISLADO 0,6/1kV DE COBRE 50mm² ENTERRADO A 0,5m DE PROFUNDIDAD EN TUBO PVC Ø25mm

Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:	
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA EN BT DE NAVE INDUSTRIAL Y CENTRO DE TRANSFORMACION PARA EMPRESA AUXILIAR DE AUTOMOCION		REALIZADO: PEREZ ORTIZ DEL RIO, ROBERTO	
PLANO: PUESTA A TIERRA DEL CENTRO DE TRANSFORMACION		FIRMA:	
	FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
	23-04-14	1:50	3.12



LEYENDA DE SIMBOLOS	
	INTERRUPTOR SECCIONADOR SF6 400A 24kV
	SECCIONADOR DE PUESTA A TIERRA SF6 400A 24kV
	INTERRUPTOR AUTOMATICO SF6 400A 24kV
	BLOQUE DE 3 LAMPARAS INDICADORAS DE PRESENCIA DE TENSION



Universidad Pública
de Navarra
*Nafarroako
Unibertsitate Publikoa*

E.T.S.I.I.T.
**INGENIERO
TECNICO INDUSTRIAL E.**

DEPARTAMENTO:
**DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL**

PROYECTO:
**INSTALACION ELECTRICA EN BT DE NAVE
INDUSTRIAL Y CENTRO DE TRANSFORMACION
PARA EMPRESA AUXILIAR DE AUTOMOCION**

REALIZADO:
**PEREZ ORTIZ DEL RIO,
ROBERTO**

FIRMA:

PLANO:
ESQUEMA UNIFILAR DEL CENTRO DE TRANSFORMACION

FECHA: 23-04-14 ESCALA: - Nº PLANO: 3.13



4. PLIEGO DE CONDICIONES:



ÍNDICE:

4.1. GENERALIDADES	5
4.1.1. OBJETO	5
4.1.2. NORMATIVA	5
4.1.3. CAMPO DE APLICACIÓN	5
4.2. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	6
4.2.1. DATOS DE LA OBRA	6
4.2.2. REPLANTEO DE LA OBRA	6
4.2.3. MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO	6
4.2.4. ORGANIZACIÓN	6
4.2.5. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	7
4.2.6. SUBCONTRATA DE OBRAS	7
4.2.7. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA	7
4.2.8. SUPERVISIÓN DE LOS TRABAJOS	8
4.3. PERSONAL	8
4.4. SEGURIDAD	8
4.4.1. SEGURIDAD EN EL TRABAJO	8
4.4.2. ACCIDENTES	9
4.4.3. RESPONSABILIDADES	9
4.5. RECEPCIÓN	9
4.5.1. PLAZO Y EJECUCIÓN	9
4.5.2. LIQUIDACIONES PARCIALES	9
4.5.3. RECEPCIÓN PROVISIONAL	10
4.5.4. PERÍODOS DE GARANTÍA	10
4.5.5. LIQUIDACIÓN Y RECEPCIÓN DEFINITIVA	10
4.5.6. MODIFICACIÓN DE PRECIOS Y CONDICIONES DE CONTRATO	10
4.5.7. RESCISIÓN DE CONTRATO	11
4.5.8. FALLECIMIENTO O QUIEBRA DEL CONTRATISTA	11
4.6. MEDICIÓN Y ABONO	11
4.6.1. MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS	11
4.6.2. ENSAYOS	11
4.6.3. ABONO DE LOS MATERIALES ACOPIADOS	12
4.6.4. ABONO DE OBRAS INCOMPLETAS	12
4.6.5. ABONO DE OBRAS DEFECTUOSAS PERO ACEPTABLES	12
4.6.6. ABONO DE OBRAS ACCESORIAS	13
4.6.7. VICIOS O DEFECTOS DE CONSTRUCCIÓN	13



4.6.8. PRECIOS CONTRADICTORIOS	13
4.6.9. MATERIALES SOBRANTES	13
4.6.10. RECLAMACIONES	13
4.6.11. PAGOS ARBITRARIOS	13
4.6.12. DAÑOS A TERCEROS	14
4.6.13. ANUNCIOS Y CARTELES	14
4.6.14. LIBRO DE ÓRDENES	14
4.6.15. MODIFICACIONES	14
4.6.16. OBLIGACIONES COMPLEMENTARIAS DEL CONTRATISTA	14
4.6.17. CONDICIONES GENERALES	15
4.7. NORMATIVA GENERAL	15
4.8. NORMATIVA ESPECÍFICA	16
4.8.1. CONDUCTORES	16
4.8.2. DISTRIBUCIÓN	17
4.8.3. PROTECCIÓN	18
4.8.4. RECEPTORES	19
4.8.5. ALUMBRADO	20
4.8.5.1. EXIGENCIAS FOTOMÉTRICAS	20
4.8.5.2. EXIGENCIAS ELÉCTRICAS	21
4.8.5.3. CONDUCTORES	21
4.8.5.4. PORTALÁMPARAS	21
4.8.5.5. REACTANCIAS Y CONDENSADORES	21
4.8.6. INSTALACIÓN DE VESTUARIOS Y ASEOS	22
4.8.7. PUESTAS A TIERRA	22
4.8.8. GRUPO ELECTROGENO	24
4.8.8. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	26
4.8.10. OTRAS OBRAS Y TRABAJOS	28
4.9. CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES	28
4.10. PRUEBA DE LA INSTALACIÓN	29
4.11. DISPOSICIÓN FINAL	30





4.1. GENERALIDADES

4.1.1. OBJETO

El siguiente pliego de condiciones, junto con el de condiciones particulares que pueda establecer la propiedad, regirá las obras de instalación eléctrica de la nave considerada en este proyecto, la cual se ubica en parcela situada en el Parque Empresarial La Nava (Olite).

4.1.2. NORMATIVA

La normativa general y específica de aplicación en la ejecución de este proyecto es la siguiente:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias (Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto de 2002)
- Reglamento de Protección Contra Incendios en Establecimiento Industriales.
- Normas particulares de la empresa suministradora de energía, Iberdrola.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación (Real Decreto 3275/1982, de 12 de Noviembre de 1982).
- Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior y sus instrucciones técnicas complementarias (Real Decreto 1890/2008, 14 de noviembre de 2008)
- Ley 31/1995 de 8 de noviembre de prevención de riesgos laborales y Real Decreto 1.215/1997, de 18 de julio, de disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo

4.1.3. CAMPO DE APLICACIÓN

Se aplicará el siguiente pliego de condiciones en las obras de suministro y colocación de todas y cada una de las piezas o unidades de obra necesarias para efectuar debidamente las instalaciones, entendiéndose que el contratista conoce este pliego y no se admitirán otras modificaciones al mismo que aquellas que pudiera introducir la dirección de obra.



4.2. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

El Contratista ordenará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de obra, al amparo de las siguientes condiciones.

4.2.1. DATOS DE LA OBRA

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la obra. El Contratista podrá tomar nota o sacar copia, a su costa, de la memoria, presupuesto y anexos del proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

4.2.2. REPLANTEO DE LA OBRA

El Director de obra, una vez que el Contratista esté en posesión del proyecto y antes de comenzar la obra, deberá hacer el replanteo de la misma, con atención en los puntos singulares, entregando al Contratista las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de las mismas.

4.2.3. MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO

Se consideran como mejoras o variaciones del proyecto únicamente aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por escrito, por el Director de obra y convenido el precio antes de proceder a su ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del Contratista.

4.2.4. ORGANIZACIÓN

El Contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de salarios y cargas que legalmente están establecidas y, en general, a todo cuanto se legisle, decrete y ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de la obra.

Dentro de lo estipulado en el pliego de condiciones, la organización de la obra, así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del Contratista a quien corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.



4.2.5. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Las obras se ejecutarán conforme al proyecto, a las condiciones contenidas en este pliego y al particular (si lo hubiera), y de acuerdo con las normas de la empresa suministradora.

El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director de obra, no podrá hacer ninguna modificación de cualquier naturaleza, tanto en la ejecución de las obras en relación con el proyecto, como en las condiciones técnicas específicas.

El Contratista no podrá utilizar en los trabajos, personas que no sean de su exclusiva cuenta y cargo, salvo la excepción del apartado 4.2.3.

Igualmente, será de su exclusiva cuenta y cargo, aquel personal ajeno al trabajo propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo.

El Contratista deberá tener al frente de los trabajadores un técnico suficientemente especializado a juicio del Director de obra.

4.2.6. SUBCONTRATA DE OBRAS

Salvo que en el contrato se disponga lo contrario, o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario de determinadas unidades de obra, la celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

- Que se comunique por escrito al Director de obra del subcontrato a efectuar, con indicación de la parte de la obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquel lo autorice previamente.
- Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros, no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.
- En cualquier caso, el contratante no quedará vinculado en absoluto, no reconocerá ninguna obligación entre él y el Subcontratista y cualquier subcontratación de las obras no eximirá al Contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al contratante.

4.2.7. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA

El Contratista toma a su cargo el suministro de materiales, su descarga, su transporte a pie de obra, su montaje, y los medios y materiales para su montaje.

Durante la ejecución de los trabajos, el Constructor se hace responsable de los desperfectos o daños que puedan sufrir los materiales que van a ser colocados, como consecuencia de la manipulación, condiciones atmosféricas u otras.

Todos los gastos debidos al suministro de los materiales (transporte, control, etc.) corren por cuenta del Contratista.



4.2.8. SUPERVISIÓN DE LOS TRABAJOS

Podrá proceder al control y ensayo de los materiales el Director de la obra cuando lo estime oportuno, o en su defecto la persona que él designe.

Cualquier aspecto del trabajo que no cumpla las exigencias del encargo tendrá que ser modificado de acuerdo a la dirección de la obra, si esta lo exige. En este caso los gastos derivados de las correcciones corren a cargo del Contratista.

La dirección de la obra puede pedir el cambio de cualquier empleado del Contratista por insubordinación, incapacidad o falta de honradez.

4.3. PERSONAL

El Contratista deberá emplear en sus trabajos el número de operarios que sean necesarios para llevarlo a cabo con la rapidez conveniente, así como organizar el número de brigadas que se le indiquen, para trabajar en varios puntos a la vez.

El Contratista tendrá al frente de los trabajadores, personal idóneo, el cual deberá atender cuantas órdenes procedan de la Dirección técnica de las obras, estando a la expectativa, con objeto de que aquellas se lleven con el orden debido.

4.4. SEGURIDAD

4.4.1. SEGURIDAD EN EL TRABAJO

El Contratista deberá prever cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión, o en su proximidad, utilizarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de utensilios de metal. Los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc., que se empleen, no deben ser de material conductor. Además, se llevarán las herramientas y equipos en bolsas, y se usará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en las suelas.

El personal de la contrata está obligado a utilizar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir riesgos profesionales, tales como gafas, casco, guantes...

El Director de obra podrá suspender los trabajos si estima que el personal de la contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de obra podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que por imprudencia temeraria, fuese capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.



4.4.2. ACCIDENTES

El Contratista queda obligado al cumplimiento de lo dispuesto en las Leyes sobre accidentes de trabajo y Reglamentos para su aplicación, en el caso de accidentes ocurridos a sus obreros con motivo y en el ejercicio de las labores que comprende la contrata, estando obligado a asegurar a sus obreros contra todo riesgo en la Caja Nacional de seguros de accidentes de trabajo.

Así mismo, queda obligado al cumplimiento de las disposiciones que rigen los seguros sociales de todas las clases, que se hallen vigentes en la fecha de adjudicación o se establezcan durante la ejecución de las obras.

4.4.3. RESPONSABILIDADES

El Contratista deberá tomar todas las precauciones en todas las operaciones y uso de equipos para proteger a las personas, animales y cosas, de peligros procedentes del trabajo, siendo de su competencia las responsabilidades que por tales accidentes se originen.

Son por cuenta del Contratista los daños que se produzcan en propiedades particulares a terceras personas, con motivo de la ejecución de las obras, debiendo atenderse a lo que determinen las Disposiciones vigentes al respecto.

4.5. RECEPCIÓN

4.5.1. PLAZO Y EJECUCIÓN

Los plazos de ejecución totales y parciales, indicados en el contrato, empezarán a contarse a partir de la fecha de replanteo.

El Contratista estará obligado a cumplir con los plazos que se señalen en el contrato para la ejecución de las obras y que serán improrrogables.

No obstante en lo anteriormente indicado, los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por el Director de obra y debidos a exigencias de la realización de las obras.

Si por cualquier causa ajena por completo al contratista, no fuera posible comenzar los trabajos en la fecha prevista, o tuvieran que ser suspendidos una vez comenzados, el Director de obra concederá la prórroga estrictamente necesaria.

4.5.2. LIQUIDACIONES PARCIALES

Cuando a juicio del Director de obra exista cantidad suficiente de trabajos, debidamente ejecutados, se realizará la medición y liquidación parcial de los mismos.

Del importe de esta valoración se retendrá al Contratista el porcentaje de fianza que se establezca en concepto de garantía de buena ejecución y conservación de las obras en el plazo de garantía, devolviéndose esta cantidad en el caso de que las mismas se encuentren debidamente ejecutadas, una vez verificada la recepción definitiva.



Estas variaciones se pasarán al Contratista, quien tendrá un plazo de 10 días para examinarlas, prestar su conformidad y oponer los reparos que estime convenientes.

4.5.3. RECEPCIÓN PROVISIONAL

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes de la petición del Contratista, se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratista, requiriendo para ello la presencia del Director de obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente acta, en la que se hará constar la conformidad de los trabajos realizados, si este es el caso. Dicha acta estará firmada por el Director de obra y el representante del contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las condiciones establecidas en el pliego y en el proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

En el caso de no hallarse la obra en estado de ser recibida, se hará constar en el acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución.

Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y cargo del Contratista. Si el Contratista no cumplierse estas prescripciones, podrá declararse rescindido el contrato, con la pérdida de la fianza.

4.5.4. PERÍODOS DE GARANTÍA

El período de garantía será señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del acta de recepción.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es responsable de la conservación de la obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Durante este periodo, el Contratista garantizará al contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la obra.

4.5.5. LIQUIDACIÓN Y RECEPCIÓN DEFINITIVA

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato, o en su defecto, a los seis meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de la obra y del representante del Contratista, levantándose el acta correspondiente, por duplicado, que será firmada por el director de obra y el representante del Contratista y ratificada por el contratante y Contratista.

4.5.6. MODIFICACIONES DE PRECIOS Y CONDICIONES DE CONTRATO

El contratista no podrá, bajo ningún pretexto de error u omisión, reclamar aumento de los precios fijados en el presupuesto o modificación de las condiciones del contrato, pues este se hace a riesgo y ventura para el Contratista.



Se exceptúa el caso en que, con carácter general, se acuerde la modificación de precios en las contrataciones, por los organismos competentes.

4.5.7. RESCISIÓN DE CONTRATO

La empresa queda facultada para relevar al Contratista de los trabajos contratados, en parte o en su totalidad, encargar los mismos a otros si se viese que el Contratista no es capaz o no cumple con las condiciones estipuladas, si el número de operarios no corresponde a las indicaciones de la empresa o si, por más que haya suficiente número de operarios, resultase que las obras no adelantaran de la forma prevista.

En estos casos se avisará al Contratista por escrito. Al relevarle en todo o en parte, de los trabajos contratados, se abonará al Contratista solamente los trabajos de las secciones efectivamente terminadas y se retendrá mientras dure la garantía, un importe del 15%, en proporción al trabajo realizado.

4.5.8. FALLECIMIENTO O QUIEBRA DEL CONTRATISTA

En caso de fallecimiento, quiebra o suspensión de pagos del Contratista, quedará rescindido el contrato, a no ser que sus herederos o síndicos de la quiebra, se ofrezcan a llevarlo a cabo en las condiciones estipuladas.

La empresa, en este caso, quedará en libertad de admitir o rechazar el ofrecimiento sin que, en este último caso, tengan los interesados derecho a alguna reclamación, sino solamente a que se efectúe la liquidación de los devengos a que alcance el Contratista.

4.6. MEDICIÓN Y ABONO

4.6.1. MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS

La medición de las obras, tendrá lugar en presencia y con intervención del Contratista, entendiéndose que este renuncia a tal derecho si avisado oportunamente, no compareciese a tiempo. En tal caso será válido el resultado que determine el Director de obra.

Las mediciones y abono se harán con el mismo criterio empleado en el Proyecto.

Se abonarán las unidades realmente ejecutadas, completamente terminadas, a los precios indicados en el presupuesto y aplicándoles el coeficiente de subasta si lo hubiere.

4.6.2. ENSAYOS

Los gastos ocasionados por las pruebas y ensayos necesarios, serán de cuenta del adjudicatario de las obras. El Director de obra podrá ordenar los ensayos que estime oportunos para la buena ejecución de las mismas, debiendo poner el Contratista por su cuenta los medios necesarios, además de abonar las facturas del laboratorio hasta un



máximo del 1% del presupuesto de ejecución por contrata resultante de la liquidación final de las obras.

En caso de accidentes ocurridos a los operarios con motivo y en el ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a lo dispuesto a estos respectos en la Legislación Vigente, siendo en todo caso único responsable de su incumplimiento y sin que por ningún concepto pueda quedar afectada la propiedad, por responsabilidades en cualquier aspecto.

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes preceptúan, para evitar los posibles accidentes a los obreros o a los viandantes, no solo en los andamios, sino en todos los lugares peligrosos de la obra (hueco de la escalera, ascensores, etc.).

De los accidentes y perjuicios de todo genero que por no cumplir el Contratista lo legislado sobre materia pudieran acaecer, será este o sus representantes en la obra, los únicos responsables, ya que se considera que en los precios contratados están incluidos todos los gastos precisos para cumplimentar debidamente todas las disposiciones legales. Será perceptivo que en el 'Tablón de anuncios' de la obra, durante todo su transcurso, figure el presente artículo del Pliego de Condiciones Generales de Índole legal, sometiéndolo previamente a la firma del arquitecto Director.

4.6.3. ABONO DE LOS MATERIALES ACOPIADOS

Cuando a juicio del Director de obra no haya peligro de que desaparezcan o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios desglosados de la adjudicación. Dicho material será indicado por el Director de obra, señalando el plazo de entrega en los lugares previamente indicados.

4.6.4. ABONO DE OBRAS INCOMPLETAS

Si por rescisión del contrato o por otra causa cualquiera, fuera necesario valorar obras incompletas, se atenderá el Contratista a la tasación que practique el Director de obra, sin que tenga derecho a reclamación alguna fundada en la insuficiencia de precios o en la omisión de cualquiera de los elementos que los constituyen.

4.6.5. ABONO DE OBRAS DEFECTUOSAS PERO ACEPTABLES

Si alguna obra no se halla debidamente ejecutada con sujeción estricta a las condiciones del contrato, y fuese sin embargo admitida, podrá ser recibida provisional y aún definitivamente, en su caso, pero el Contratista quedará obligado a conformarse con la rebaja que el Director de obra señale y la propiedad apruebe, salvo en el caso que prefiera demolerla y rehacerla a su costa, con arreglo a las condiciones del contrato.



4.6.6. ABONO DE OBRAS ACCESORIAS

Si este ejecuta las obras sin haberse cumplido este requisito, deberá conformarse con la tasación que realice el Director de obra.

4.6.7. VICIOS O DEFECTOS DE CONSTRUCCIÓN

Cuando la propiedad o el Director de obra presumiesen la existencia de vicios o defectos de construcción, sea en el curso de ejecución de obra o antes de su recepción definitiva, podrán ordenar la demolición y reconstrucción en la parte o extensión necesaria. Los gastos de estas operaciones serán de cuenta del Contratista cuando se confirmen los vicios o defectos supuestos.

4.6.8. PRECIOS CONTRADICTORIOS

Si ocurriese algún caso en el que fuese necesario la designación de precios contradictorios, estos deberán fijarse entre los Arquitectos Directores y el Contratista con acuerdo a lo establecido en el Pliego de Condiciones Generales para la edificación redactado por la Dirección General de Arquitectura.

4.6.9. MATERIALES SOBRAINTES

La propiedad no adquiere compromiso ni obligación de compra o conservación de los materiales sobrantes, o los no empleados, después de haberse ejecutado las obras, al declararse la rescisión del contrato.

4.6.10. RECLAMACIONES

En el caso de que el Contratista adjudicado formule reclamaciones contra valoraciones afectadas por el Director de obra, éste pasará dichas reclamaciones con su informe, a la propiedad, quién con los asesoramientos previos que estime oportunos, resolverá como crea conveniente. Contra esta resolución caben los recursos propios de la vía administrativa.

4.6.11. PAGOS ARBITRARIOS

El pago de impuestos y arbitrarios en general, municipales o de otro origen, cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrán a cargo de la contrata, siempre que en las condiciones particulares del proyecto no se estipule lo contrario. No obstante, el Contratista deberá ser reintegrado del importe de todos aquellos conceptos que el Arquitecto considere justos hacerlo.



4.6.12. DAÑOS A TERCEROS

El Contratista será responsable de todos los accidentes que por inexperiencia o descuido sobrevinieran tanto en la edificación donde se efectúen las obras como en las continuas. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiera lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan cursarse en las operaciones de ejecución de las obras.

El Contratista cumplirá los requisitos que prescriban las disposiciones vigentes sobre la materia, debiendo exhibir, cuando a ello fuere requerido, el justificante de tal cumplimiento.

4.6.13. ANUNCIOS Y CARTELES

Sin previa autorización del propietario no podrá ponerse en las obras, ni en sus vallas, etc., más inscripciones o anuncios que los convenientes al régimen de los trabajos y la policía local.

4.6.14. LIBRO DE ÓRDENES

En la caseta de obra tendrá el Contratista un 'Libro de Órdenes' en el que se estamparán las órdenes que la Dirección Facultativa le dé y debajo de las cuales el propio Contratista o persona técnica debidamente autorizada por él a este objeto, firmara como 'Enterado'.

4.6.15. MODIFICACIONES

Caso de que en el curso de la ejecución de las obras, la Dirección Técnica creyese conveniente alterar alguna obra de las previstas en el proyecto, su precio unitario correspondiente, una vez aprobado por la Dirección, se incorporará al cuadro de precios que servirá de base a la liquidación de las obras.

4.6.16. OBLIGACIONES COMPLEMENTARIAS DEL CONTRATISTA

Correrán a cargo del Contratista:

Seguro de incendios, impuestos arbitrarios municipales o provinciales, seguro de los obreros contra el riesgo de accidentes de trabajo, el retiro para la vejez, subsidio familiar o cualquier otro gravamen que hubiera que abonar con motivo y durante la ejecución.

Será asimismo de su cuenta el alumbrado, guarderío y multas que pudieran imponerle las autoridades por motivos de las imprudencias cometidas por sus operarios, y en general cuantos gastos sean necesarios realizar con motivo de las obras.



Serán responsables de los desperfectos que pudieran realizarse en las calles o propiedades colindantes que deberán dejarse en el estado en el que se encontraban al comenzar las obras, siendo su cuenta las responsabilidades civiles y criminales a que hubiera lugar.

4.6.17. CONDICIONES GENERALES

Para todo aquello que no este previsto en los documentos del presente proyecto y que esté en contradicción con lo mismo regirá en todas sus partes del pliego de condiciones de la edificación, compuesto por el Centro Experimental de Arquitectura y aprobado por el Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos.

4.7. NORMATIVA GENERAL

Disposiciones generales:

Artículo 3:

Se calificará como instalación eléctrica de baja tensión todo conjunto de aparatos y circuitos asociados en previsión de un fin particular, que es: Producción, Conversión, Transformación, Transmisión, Distribución o Utilización de energía eléctrica, cuyas tensiones nominales sean iguales o inferiores a 100 V para corriente alterna.

Artículo 7:

Los materiales, aparatos y receptores utilizados en las instalaciones eléctricas de baja tensión cumplirán en lo que se refiere a condiciones de seguridad técnica, dimensiones y calidad, lo determinado en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión: R.E.B.T.

Artículo 8:

Si en una instalación eléctrica están integrados circuitos en los que las tensiones empleadas sean superiores al límite establecido para Baja Tensión, se deberá cumplir en ellos las prescripciones del Reglamento de Alta Tensión.

NOTA: en virtud de este artículo se detallará la normativa acerca del Transformador de un capítulo específico del presente pliego.

Artículo 17:

Cuando se construya un local, edificio o agrupación de estos, cuya previsión de cargas exceda de 50 KVA, o cuando la demanda de un nuevo suministro sea superior a esa cifra, la propiedad del inmueble deberá reservar un local destinado a la instalación de un Centro de Transformación, cuya disposición corresponda a las características de la red de suministro aérea o subterránea, además ha de poder adaptarse a las condiciones impuestas por el Reglamento Electrotécnico de Alta Tensión y ha de tener las dimensiones necesarias para el montaje de los equipos y aparatos requeridos para dar el suministro de energía previsible. El local, que ha de ser de fácil acceso, se destinará exclusivamente a la finalidad citada y no podrá utilizarse como depósito de materiales, ni de piezas o elementos de recambio.

**Artículo 24:**

Corresponde al Ministerio de Industria, con arreglo a la Ley del 24 de Noviembre de 1939, la ordenación en inspección de la generación, transformación, distribución y aplicación de la energía eléctrica.

Artículo 25:

Las Delegaciones Provinciales del Ministerio de Industria autorizarán el enganche y el funcionamiento de las instalaciones eléctricas de Baja Tensión.

Según su importancia, sus fines o la peligrosidad de sus características o de su situación, las Delegaciones presentarán y exigirán la presentación de un proyecto de la instalación, suscrito por un técnico competente, antes de iniciarse el montaje de la misma. En todo caso, y para autorizar cualquier instalación, la Delegación deberá recibir y conformar el Boletín extendido por el Instalador autorizado que realiza el montaje, así como un acta de las pruebas realizadas por la Compañía Suministradora en la forma que se establece en las Instrucciones complementarias.

4.8. NORMATIVA ESPECÍFICA

4.8.1. CONDUCTORES

- *Naturaleza de los conductores:* Los conductores rígidos que se empleen en las instalaciones deberán ser de cobre o aluminio. Los conductores flexibles serán únicamente de cobre.

- *Sección de los conductores:* La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que:

- La caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización sea menor del 4,5% de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y menor del 6,5% para los demás usos. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente.

- La intensidad máxima admisible: Se dispone de unas tablas para determinar las Intensidades máximas admisibles según el nivel de aislamiento del conductor y el sistema de instalación del mismo ('al aire o directamente empotrados' o 'Bajo tubo o en conductos', ambos con sus diversas variantes).

- *Subdivisión de las instalaciones:*

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones ocasionadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación, para lo cual los dispositivos de protección de cada circuito estarán debidamente coordinados con los dispositivos generales de protección que le preceden. Además, esta subdivisión se establecerá de forma que permita localizar averías, así como controlar los aislamientos de la instalación por sectores.



- *Reparto de cargas:*

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de la instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases o conductores polares.

- *Aislamiento de los conductores:*

El aislamiento se medirá con relación a tierra y entre conductores, mediante la aplicación de una tensión continua suministrada por un generador que proporcionase en vacío una tensión comprendida entre 500 V y 1000 V, y como mínimo de 250 V con una carga externa de 100 K Ω .

Durante la medida, los conductores, incluyendo el neutro o compensador, estarán aislados de tierra, así como de la fuente de alimentación de energía a la cual estén unidos habitualmente. Si las masas de los aparatos receptores están unidas al conductor neutro, se suprimirán estas conexiones durante la medida, restableciéndolas una vez terminada esta.

La medida del aislamiento entre conductores se efectuará después de haber desconectado todos los aparatos de utilización, quedando los interruptores y cortacircuitos cerrados. Se efectuará sucesivamente entre los conductores tomados dos a dos, comprendiendo el neutro o compensador.

Por lo que respecta a la Rigidez Dieléctrica de una instalación, ha de ser tal que, desconectados los aparatos de utilización, resista durante un minuto una prueba de tensión de $2U + 1000$ V, a frecuencia industrial; siendo U la tensión máxima de servicio, como mínimo de 1500 V.

4.8.2. DISTRIBUCIÓN

- *Caja General de Protección:*

Las cajas serán de uno de los tipos establecidos por la empresa distribuidora en sus normas particulares. Dentro de estas cajas se instalarán cortacircuitos fusibles en todos los conductores de fase polares, con poder de corte por lo menos igual a la corriente de cortocircuito posible en el punto de su instalación y dispondrá de un borne de puesta a tierra de la caja en caso de ser esta metálica.

- Dispositivos de mando y protección:

- Situación y Composición:

Lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual en el local o vivienda de abonado, se establecerá un cuadro de distribución de donde partirán los circuitos y en el que se instalará un interruptor general automático de corte omnipolar que permita su accionamiento manual y que esté dotado de dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos. En este mismo cuadro se instalarán los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores de la vivienda o local, y un interruptor diferencial destinado a la protección contra contactos indirectos.



- Características principales:

El interruptor general automático de corte omnipolar tendrá capacidad de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de la instalación. En otro caso, será preciso la instalación en el mismo cuadro de distribución, de cortacircuitos fusibles adecuados, cuyas características estarán coordinadas con las del interruptor automático general y con la corriente de cortocircuito prevista en el punto de la instalación.

Los interruptores diferenciales deberán resistir las corrientes de cortocircuito que puedan presentarse en el punto de su instalación; de no responder a esta condición estarán protegidos por cortacircuitos fusibles adecuados. El nivel de sensibilidad de estos interruptores responderá a lo señalado en la instrucción ITC-BT-024.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de los circuitos interiores, tendrán los polos protegidos que corresponda al número de fases del circuito que protegen y sus características de interrupción estarán de acuerdo con las corrientes admisibles en los conductores del circuito que protegen.

4.8.3. PROTECCIÓN

Todo circuito está protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo. Estas pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
- Cortocircuitos.

- *Protección contra Sobrecargas:*

El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizado por el dispositivo de protección utilizado.

Como dispositivos de protección contra sobrecargas, serán utilizados fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas o los interruptores automáticos con curva térmica de corte.

- *Protección contra Cortocircuitos:*

En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de instalación.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos, se instalarán en el origen de estos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados.



▪ *Protección contra contactos directos:*

Para considerar satisfecha en las instalaciones la protección contra contactos directos, se tomarán las siguientes medidas:

- Alejamiento de las partes activas de la instalación a una distancia del lugar donde las personas se encuentren habitualmente.
- Interposición de obstáculos que impidan todo contacto con partes activas de la instalación.
- Recubrimiento de las partes activas de la instalación por medio de un aislamiento apropiado.

▪ *Protección contra contactos indirectos:*

Consiste en la puesta a tierra de las masas, asociadas a un dispositivo de corte automático sensible a la intensidad de defecto que origine la desconexión de la instalación defectuosa.

En instalaciones con el neutro unido directamente a tierra se ha de cumplir:

- La corriente de tierra originada por un solo defecto franco debe hacer actuar al dispositivo de corte en un tiempo no superior a cinco segundos.
- Una masa cualquiera no puede permanecer en relación a una toma de tierra eléctricamente distinta, a un potencial superior en valor eficaz a:
 - 24 voltios en locales húmedos.
 - 50 voltios en los demás casos.
- Todas las masas de una misma instalación deben estar unidas a la misma toma de tierra.

4.8.4. RECEPTORES

Las secciones mínimas que deben tener los conductores de conexión de los motores, con objeto de que no se produzca en ellos un calentamiento excesivo, serán las siguientes:

- Motores solos: Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la intensidad a plena carga del motor en cuestión.
- Varios motores: Los conductores de conexión que alimentan a varios motores deberán estar dimensionados para una intensidad no menor a la suma del 125% de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia más la intensidad a plena carga de todos los demás.
- Carga combinada: Los conductores de conexión que alimentan a motores y otros receptores deberán ser previstos para la intensidad total requerida por los receptores, más la requerida por los motores, calculada como se ha indicado anteriormente.



4.8.5. ALUMBRADO

▪ *Prohibición de utilización conjunta con otros sistemas de utilización:*

No se permitirá la instalación de ningún aparato, candelabro, araña, etc., en el que se utilicen constantemente la electricidad y otro agente de iluminación.

▪ *Instalación de lámparas o tubos de descarga:*

- Los circuitos de alimentación de lámparas o tubos de descarga estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas. La carga mínima prevista en Voltio amperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de los receptores. El conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.

- En el caso de lámparas fluorescentes, será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0.85, y no admitirá compensación del conjunto de un grupo de lámparas en una instalación de régimen de carga variable.

▪ *Alumbrados especiales:*

Las instalaciones destinadas a alumbrados especiales, tienen por objeto asegurar, aún faltando alumbrado general, la iluminación de los locales y accesos hasta las salidas, para una eventual evacuación del público, o iluminar otros puntos que se señalen. Se incluyen dentro de estos alumbrados:

- Emergencia: aquel que debe permitir en caso de fallo del alumbrado general, la evacuación segura y fácil del público hacia el exterior.

- Señalización: Es el que se instala para funcionar de un modo continuo durante determinados periodos de tiempo. Ha de señalar de modo permanente la situación de puertas, pasillos, escaleras y salidas de los locales durante todo el tiempo que permanezcan con público.

- Reemplazamiento: tiene por objeto permitir la continuación normal del alumbrado total, durante un mínimo de dos horas y es alimentado por una fuente propia.

4.8.5.1. EXIGENCIAS FOTOMÉTRICAS

Al finalizar la instalación se comprobarán los valores de niveles de iluminación y uniformidades.

La medida se efectuará con un luxómetro de coseno y color corregido.

Con el fin de comprobar los valores 'en servicio' las mediciones se realizarán a los 30 días de la puesta en servicio de la instalación. Se admitirán como válidos los resultados que no sean inferiores al 90% de los determinados en los cálculos. Si están comprendidos entre el 85 y el 90%, se sancionará al Contratista con el 10% de la instalación afectada. Si son inferiores al 85% no se extenderá el acta de recepción provisional ni la liquidación final hasta que no haya subsanado el error.



4.8.5.2. EXIGENCIAS ELÉCTRICAS

Toda instalación eléctrica que comprende el proyecto se ajustará a lo prescrito en los reglamentos vigentes, debiendo asimismo cumplir lo prescrito sobre el aislamiento en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones complementarias del Ministerio de Industria.

4.8.5.3. CONDUCTORES

Cumplirán la norma UNE 21022, lo cual a su vez impone la calidad de acuerdo con la norma UNE 21011.

En cuanto a ensayos cumplirá la norma UNE 21117.

El aislamiento será de polietileno reticulado, respondiendo los conductores a la denominación UNE RV 0.6/1KV.

4.8.5.4. PORTALÁMPARAS

No deben tener ninguna parte metálica exterior de comunicación eléctrica con los conductores.

Los elementos aislantes serán un problema de estética.

4.8.5.5. REACTANCIAS Y CONDENSADORES

Deberán cumplir las siguientes características:

- Llevarán suscritas el nombre del fabricante y la tensión, intensidad y potencia nominal.
- Las piezas en tensión no podrán ser accesibles a un contacto fortuito durante su manejo normal.
- El devanado estará constituido por hilo esmaltado extraduro o clase H y realizado sobre carrete de material adecuado para resistir sin deformación las temperaturas que se puedan alcanzar.
- La reactancia estará protegida contra influencias magnéticas.
- La reactancia y los condensadores serán de ejecución estanca, alojada la bobina en la caja de poliéster al vacío.
- El aislante de las reactancias cumplirá las normas CET82 y VDE 0712.
- Los condensadores tendrán una tensión de servicio de 25 V y el aislamiento resistirá una diferencia de 2000 V entre borne y armadura exterior.
- La capacidad del condensador será tal que el coseno de la instalación no será inferior a 0.9.
- En funcionamiento este equipo no ha de producir vibraciones.



4.8.6. INSTALACIÓN DE VESTUARIOS Y ASEOS

Se considera al vestuario y aseos, a efectos de reglamentación, como locales mojados.

Prescripciones generales:

- Canalizaciones:

Serán estancas, utilizándose para terminales, empalmes y conexiones de los mismos, sistemas y dispositivos que presente el grado de protección correspondiente a las proyecciones de agua.

- Tubos:

Si se emplean tubos para alojamiento de los conductores, estos serán estancos, preferentemente aislantes, y en caso de ser metálicos, deberán estar protegidos contra corrosión. Se colocarán en montaje superficial y los tubos metálicos se dispondrán, como mínimo a dos centímetros de las paredes.

- Dispositivos de protección:

De acuerdo con lo establecido en la instrucción MIE-RBT 020, se instalará un dispositivo de protección en el origen de cada circuito derivado de otro que penetre en el local mojado.

- Receptores de alumbrado:

Los receptores de alumbrado tendrán sus piezas metálicas bajo tensión, protegidas contra las proyecciones de agua. La cubierta de los portalámparas será en su totalidad de materia aislante hidrófuga, salvo cuando se instalen en el interior de cubiertas estancas destinadas a los receptores de alumbrado, lo que deberá hacerse siempre que estas se coloquen en un sitio fácil y accesible.

4.8.7. PUESTAS A TIERRA

▪ *Objeto de las puestas a tierra:*

Las puestas a tierra se establecen con el objeto, principalmente, de limitar la tensión que con respecto a tierra puedan presentar en un momento determinado las masas metálicas.

▪ *Punto de puesta a tierra:*

Es un punto situado fuera del suelo que sirve de unión entre la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra. Está constituido por un dispositivo de conexión (regleta, borne, placa, etc.) que permita la unión entre los conductores de las líneas de enlace con tierra, con la línea principal de tierra.



- *Prohibición de incluir en serie las masas y los elementos metálicos en el circuito de tierra:*

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua en la que no podrán incluirse en serie, ni masas, ni elementos metálicos. La conexión de las masas y elementos metálicos al circuito de puesta a tierra se realizará por derivaciones de este.

- *Prohibición de interrumpir los circuitos de tierra:*

Se prohíbe intercalar en los circuitos de tierra, seccionadores, fusibles o interruptores. Solo habrá un dispositivo de corte en los puntos de puesta a tierra, de forma que permita medir la resistencia de la toma de tierra.

- *Naturaleza de los electrodos:*

Los electrodos de la toma de tierra podrán ser Artificiales o Naturales, entendiendo como artificiales, los establecidos con el exclusivo objeto de obtener la puesta a tierra, y como naturales las masas metálicas que puedan existir enterradas.

- *Resistencia de tierra:*

El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia de tierra no sea superior al valor especificado para ella en cada caso.

El valor de la resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a 24 V en lugares húmedos y a 50 V en el resto de los casos.

La resistencia de tierra de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en que se establece.

- *Conductores:*

Los conductores que constituyen las líneas de enlace, las líneas principales de tierra y sus derivaciones, serán de cobre o de otro metal de alto punto de fusión.

Los conductores no podrán ser de menos de 16 mm² de sección para las líneas principales de tierra, ni de 35 mm² para las derivaciones de las líneas de enlace con tierra.

En el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, se indican las secciones para las derivaciones de las líneas principales de tierra y los conductores de protección.

Los conductores de enlace con tierra serán desnudos y enterrados en el suelo, considerándose como parte del electrodo.

El recorrido de los conductores de la línea principal de tierra y sus derivaciones, y de los conductores de protección será lo más corto posible y sin cambios bruscos de dirección. No estarán sometidos a esfuerzos mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y desgaste mecánico.

Los conductores de los circuitos de tierra tendrán un buen contacto eléctrico tanto con las masas y partes metálicas que se deseen poner a tierra, como con el electrodo.

Las conexiones de los conductores de los circuitos de tierra con las partes metálicas y con los electrodos se efectuarán con todo cuidado por medio de piezas de empalme adecuadas.

Los contactos deben estar limpios, sin humedad y de forma que no sea fácil que la acción del tiempo destruya por efectos electroquímicos las conexiones efectuadas.



▪ *Tomas de tierra independientes:*

Se considerará independiente una toma de tierra respecto a otra cuando una de las tomas no alcance, respecto de un punto a potencial cero, una tensión superior a 50 V cuando la toma disipa la máxima corriente de tierra prevista.

▪ *Separación entre tomas:*

Se considerará que las tomas de tierra son eléctricamente independientes si se cumplen todas y cada una de las condiciones siguientes:

- No existe canalización metálica conductora que una la zona de tierras del centro de transformación con al zona donde se encuentren los aparatos de utilización.
- La distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación, las tomas de tierra y otros elementos conductores enterrados en los locales de utilización, ha de ser al menos de 9 metros para terrenos cuya resistividad nos sea elevada.
- El Centro de Transformación está situado en un recinto aislado de los locales de utilización, o bien, si está contiguo a los locales de utilización, o en el interior de los mismos, estará establecido de tal manera que sean elementos metálicos constructivos de los locales de utilización.

▪ *Revisión:*

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad, cualquier instalación de toma de tierra será obligatoriamente comprobada por los servicios oficiales en el momento de dar de alta la instalación para el funcionamiento.

Personal técnicamente competente efectuará esta comprobación anualmente en la época en la que el terreno esté más seco. Para ello se medirá la resistencia a tierra, reparando inmediatamente los defectos que se encuentren.

4.8.8. GRUPO ELECTROGENO

Se seguirá lo dispuesto en las ITC-BT-28 (apartado 2.3) e ITCBT-40. Así como CTE DB SU-5 (apartado 3.3.2.1).El Grupo Electrógeno tendrá las características que se indican en el presente documentos:

- Tipo de suministro: (Monofásico, Trifásico con N, Trifásico)
- Servicio:(Aislado, Asistido)
- Tensión: V
- Frecuencia: Hz
- Potencia: KVA
- Autonomía: (tiempo)
- Tipo de régimen de neutro:(TT, IT, otros)
-

Asimismo el Grupo Electrógeno podrá estar integrado por los siguientes componentes y características:

Motor: Marca, modelo, Tipo de combustible, Sistema de refrigeración, Sistema de escape, Sistema de lubricación y Sistema de arranque.



Generador: Marca, modelo, Potencia, Velocidad, Frecuencia, Tensión, Aislamiento. (Clase), Reactancia subtransitoria directa ($X''d$), Relación de cortocircuito.

Conjunto Motor-Alternador: Consumo de combustible (100 % carga), Dimensiones y Peso (máximo con depósitos llenos).

Depósito de combustible: Dimensiones y Ubicación.

Automatismo: En su caso, descripción del automatismo con indicación de los umbrales y tiempos, así como indicación de las señales necesarias para su correcto funcionamiento.

Sistemas auxiliares: Cargador de baterías (tanto para el arranque del motor como para el mantenimiento y vigilancia de la red) y Sistemas de alarma y protecciones del grupo.

Cuadro eléctrico: Con sus correspondientes protecciones de salida del generador.

En la conmutación en Baja Tensión del grupo electrógeno, se dispondrán los correspondientes enclavamientos reglamentarios, para evitar posibles retornos de corriente a la red de la Empresa Suministradora. Los locales donde se ubiquen estos equipos deberán cumplir con lo establecido en la ITC-BT-30.

▪ *Disposicion de los aparatos:*

La distribución de los aparatos dentro del Cuadro será la adecuada para una fácil reparación o revisión. En el frente del Cuadro habrá un esquema sinóptico con barras de aluminio anodizado y letreros identificadores grabados en placas de plástico.

▪ *Juego de barras:*

Serán de cobre electrolítico, de dimensiones normalizadas, totalmente estañadas y pintadas con esmalte sintético en los colores señalados en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. El calibre será el adecuado a las intensidades nominales y de cortocircuito y con un mínimo de 2,5 A/mm². La sustentación de los juegos de barras se hará mediante portabarras de 1.000 Voltios de aislamiento, estando calculado el conjunto para resistir los esfuerzos dinámicos de cortocircuito a los que pueden ser sometidos. Toda la tornillería a emplear, tanto en empalmes como en derivaciones, será de latón, con rosca normal, doble tuerca y arandela del mismo material y arandela grower en cada conjunto.

▪ *Cableado y conexionado:*

Cuando la carga sea inferior en un 40% de la intensidad admisible por las pletinas más pequeñas de fabricación normalizada, se utilizarán conductores de cobre con doble aislamiento PVC, con terminales de presión montados en sus extremos. La sección mínima de los conductores será de 2,5 mm² y se instalarán en bandejas plásticas. Las conexiones para telemandos, control, señalización y medida, se harán debidamente cableadas, utilizando conductores de un mismo color para cada uno de los servicios anteriormente indicados, facilitando de esta forma su identificación. Los circuitos de salida, tanto de potencia como de mando o señalización, llevarán bornas de conexión, situadas en la parte inferior o superior del Cuadro, con número de identidad.



- *Conductores:*

Estarán constituidos por cable de cobre electrolítico de formación flexible para todas las secciones, de aislamiento nominal 1.000 V y tensión de prueba de 4.000 V. Dispondrán de dos capas de aislamiento, una directamente sobre el conductor de polietileno, y otra exterior de policloruro de vinilo. Para su identificación se seguirá el siguiente código de colores:

- Neutro: Azul claro
- Fases: Negro, gris y marrón
- Tierra: Amarillo-verde

Todas las tiradas serán enteras, no admitiéndose ningún tipo de empalme. El radio mínimo de curvatura será diez veces el diámetro del cable.

La cubierta exterior llevará grabada la marca,

4.8.9. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Cuando se construya un local, edificio o agrupación de estos, cuya previsión de cargas exceda de 50 KVA, o cuando la demanda de potencia de un nuevo suministro sea superior a esa cifra, la propiedad del inmueble deberá reservar un local destinado al montaje de la instalación de un centro de transformación que pueda adaptarse al cumplimiento de las condiciones impuesta por el reglamento Electrotécnico para Alta tensión.

El local deberá ser de fácil acceso, se destinará solo a la finalidad prevista y no se podrá como depósito o almacén de piezas o elementos de recambio.

- *Agrupación de tensiones:*

Las partes de la instalación correspondientes a distintas tensiones o diversas clases de corriente, deberán ser agrupadas, dentro de lo posible, y separadas unas de otras

- *Consideración de Alta tensión en los circuitos de baja próximos a los de alta y sin protección:*

Todos los circuitos de baja tensión, situados en las proximidades de máquinas, aparatos u otros circuitos simétricos a alta tensión y que no estén protegidos de forma que sea prácticamente imposible un contacto, se consideran de alta tensión.

- *Celdas de alta tensión:*

Para el paso de varillas o barras conductoras celda a celda, se tomarán las precauciones precisas para evitar la propagación de arcos de cortocircuitos y reducir los esfuerzos electrodinámicos; siendo aconsejable la utilización de aisladores pasamuros cuando en las celdas se coloquen aparatos que usen aceites aislantes inflamables. Llevarán en su parte delantera cierres construidos por plancha rejilla metálica o cualquier otro material incombustible de análoga consistencia que impida de modo eficaz, tocar inadvertidamente cualquier parte de la instalación situada en el interior. En las celdas donde vayan colocados los interruptores o cortacircuitos, estos cierres serán de chapa de acero.



- *Pasillos:*

Los pasillos situados de frente a celdas de alta tensión tendrán una anchura mínima de 1.10 m y una altura de 2.20 m.

- *Conexiones:*

Los empalmes de los conductores entre sí y las conexiones con los aparatos de protección y maniobra, se harán por medio de piezas de ajuste a presión, dimensionadas de forma que no puedan presentarse calentamientos superiores en 30°C la temperatura ambiente.

- *Locales de dimensiones reducidas destinados a centro de transformación:*

Deberán adoptarse las disposiciones necesarias para que los locales de esta clase queden cerrados, a fin de evitar el acceso de personal ajeno al servicio.

Se dispondrá de un acceso libre e inmediato al centro de transformación desde el exterior, para el personal de la empresa suministradora.

Las puertas se abrirán hacia el exterior y cuando lo hagan sobre caminos públicos, deberán abatirse sobre el muro de la fachada, reduciéndose al mínimo el saliente.

Las estructuras metálicas accesibles se unirán eléctricamente a tierra.

- *Interruptores y seccionadores:*

En toda la instalación transformadora de alta tensión será preceptivo establecer aparatos de corte de corriente que permitan desconectar dicha instalación de la línea de alimentación.

- *Protecciones:*

Todo transformador de potencia debe ser protegido contra sobrecargas que puedan producirse, tanto en el lado primario como en el secundario.

- *Primario:*

Los cortacircuitos de alta capacidad de ruptura, a base de aceite u otro sistema comprobado por la práctica y el laboratorio, deberán asegurar la extinción del arco de ruptura, con una capacidad de interrupción al menos equivalente a la corriente máxima de cortocircuito en el circuito donde van colocados.

Funcionarán sin protección de metal fundido y sin que se produzca explosión que pueda producir daños a personas o deterioros en otros aparatos. Estarán colocados de forma que sólo puedan ser accesibles a personal cualificado. Todos los elementos de la subestación se calcularán de forma que resistan los efectos de la corriente máxima de cortocircuito hasta el momento de disparo del interruptor o de la fusión del fusible, sin peligro para las personas ni las instalaciones.

En los sistemas con neutro a tierra, el funcionamiento del dispositivo de protección contra sobrecargas no debe provocar la separación de la tierra del sistema, ni dar lugar a un aumento de la resistencia de tierra.

El interruptor automático deberá funcionar en caso de sobrecarga individual de una fase cualquiera.



- Secundario:

Todos los circuitos de baja tensión que salgan de una estación de transformación deben ser protegidos individualmente contra sobreintensidades.

▪ *Cortacircuitos fusibles:*

Solamente podrán utilizarse en circuitos con potencias máximas hasta 400 KVA. Deberán estar contruidos de forma que no produzcan proyecciones de metal fundido ni formación de llama, y han de llevar grabado el calibre de fusible por el 80% de la corriente máxima que puedan soportar indefinidamente.

▪ *Interruptores de Baja Tensión:*

Podrán utilizarse en circuitos de cualquier potencia, tanto a efectos de sobrecarga, como de cortocircuitos; su accionamiento se hará por dispositivos térmicos, electromagnéticos, de inducción o térmicos electromagnéticos.

4.8.10. OTRAS OBRAS Y TRABAJOS

Las unidades cuyas condiciones de ejecución no se especifiquen claramente en este pliego de condiciones, deberán ser realizadas de acuerdo con los planes y las normas técnicas de la buena construcción, ajustándose a las órdenes del Director de obra, el cual exigirá el más estricto cumplimiento de las normas e instrucciones de obligado cumplimiento y fijará las condiciones que considere convenientes para la correcta ejecución de la obra.

En cualquier caso, los precios señalados para cada una de las unidades del presente proyecto en el cuadro de precios, comprende el suministro, manipulación y empleo de todos los materiales, maquinaria y mano de obra necesaria para su total y correcta ejecución, así como cuantas necesidades circunstanciales se requieran para que la obra realizada sea aprobada por la Dirección Técnica de las Obras.

4.9. CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES

El director de Obra, de acuerdo con el Contratista, dará a su debido tiempo la aprobación sobre el material suministrado y confirmará una instalación correcta.

La vigilancia y conservación del material suministrado, será por cuenta del Contratista.



4.10. PRUEBA DE LA INSTALACIÓN

En la recepción de la instalación se incluirán:

- Aislamiento:

Consistirá en la medición de la resistencia de aislamiento del conjunto de la instalación y de los aparatos más importantes.

- Ensayo Dieléctrico:

Todo material que forme parte del equipo eléctrico del centro, deberá haber soportado por separado las tensiones de prueba a frecuencia industrial y a impulso tipo rayo.

Además todo el equipo eléctrico, deberá soportar durante un minuto sin perforación ni contorneamiento, la tensión a frecuencia industrial correspondiente al nivel de aislamiento del centro.

Los ensayos se realizarán aplicando la tensión entre cada fase y masa, quedando las fases no ensayadas conectadas a masa.

- Instalación de puesta a tierra:

Se comprobará la medida de las resistencias de tierra, las tensiones de paso y contacto, la separación de los circuitos de tierra, y el estado y resistencia de los mismos.

- Grupo electrógeno:

Análogamente se comprobará que la realización del montaje del Grupo Electrógeno ha sido llevado a cabo y terminadas, rematadas correcta y completamente. En particular, se resalta la comprobación y la verificación de los siguientes puntos:

- Ejecución de los terminales, empalmes, derivaciones y conexiones en general.
- Fijación de los distintos aparatos, seccionadores, interruptores y otros colocados.
- Situación del Grupo sobre bancada y montaje de los elementos elásticos de atenuación de vibraciones
- Medida del ruido generado por el Grupo.
- Tipo, tensión nominal, intensidad nominal, características y funcionamiento de los aparatos de maniobra y protección.

Después de efectuado el reconocimiento, se procederá a realizar las pruebas y ensayos que se indican a continuación:

- Protecciones contra sobretensiones y cortocircuitos: se comprobará que la intensidad nominal de los diversos interruptores automáticos sea igual o inferior al valor de la intensidad máxima del servicio del conductor protegido.
- Empalmes: se comprobará que las conexiones de los conductores son seguras y que los contactos no se calientan normalmente.
- Equilibrio entre fases: se medirán las intensidades en cada una de las fases, debiendo existir el máximo equilibrio posible entre ellas.
- La comprobación del nivel medio de ruido.



- Medición de los niveles de aislamiento de la instalación de puesta a tierra con un óhmetro
- previamente calibrado, verificando, la Dirección Facultativa, que están dentro de los límites admitidos.

Antes de proceder a la recepción definitiva de la instalación, se realizará nuevamente un reconocimiento de las mismas, con objeto de comprobar el cumplimiento de lo establecido

- Transformador:
Se medirá la acidez y rigidez dieléctrica del aceite del transformador.

4.11. DISPOSICIÓN FINAL

La concurrencia a ofertar para la ejecución del presente proyecto, presupone la plena aceptación de todas y cada una de las cláusulas del presente pliego de condiciones.



**El Ingeniero Técnico Industrial Eléctrico
Roberto Perez Ortiz del Rio**

Pamplona, 23 de abril de 2014.



5. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD:



ÍNDICE:

5.1. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN JURÍDICA	5
5.2. CENTRO DE TRABAJO	5
5.3. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA PROYECTADA	6
5.4. INFORMACIÓN PREVIA A LA REALIZACIÓN DE LA OBRA	6
5.5. FASES DE OBRA CON IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS	6
5.6. RELACIÓN DE MEDIOS HUMANOS Y TÉCNICOS PREVISTOS CON IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS	8
5.6.1. MAQUINARIA	8
5.6.2. MEDIOS DE TRANSPORTE	8
5.6.3. MEDIOS AUXILIARES	8
5.6.4. HERRAMIENTAS	9
5.7. MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS	10
5.7.1. PROTECCIONES COLECTIVAS	10
5.7.1.1. GENERALES	10
5.7.1.2. PROTECCIONES COLECTIVAS PARTICULARES A CADA FASE DE OBRA	14
5.7.2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI)	18
5.7.3. PROTECCIONES ESPECIALES	20
5.7.3.1. GENERALES	20
5.7.3.2. PROTECCIONES ESPECIALES PARTICULARES A CADA FASE DE OBRA	21
5.7.4. NORMATIVA A APLICAR EN LAS FASES DEL ESTUDIO	24
5.7.4.1. NORMATIVA GENERAL	24
5.7.4.2. PROTECCIONES PERSONALES	27
5.7.4.3. MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS	27
5.7.4.4. MANIPULACIÓN DE CARGAS CON LA GRÚA	28
5.7.4.5. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBERÁN APLICARSE EN LAS OBRAS	28
5.7.5. MANTENIMIENTO PREVENTIVO	43
5.7.5.1. VÍAS DE CIRCULACIÓN Y ZONAS PELIGROSAS	43
5.7.5.2. MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA Y EQUIPOS	43
5.7.5.3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO GENERAL	44
5.7.5.4. MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARTICULAR A CADA FASE DE OBRA	45



5.7.6. VIGILANCIA DE LA SALUD Y PRIMEROS AUXILIOS EN LA OBRA	47
5.7.7. OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO EN MATERIA FORMATIVA ANTES DE INICIAR LOS TRABAJOS	48
5.8. LEGISLACIÓN ESPECÍFICA	49





5.1. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN JURÍDICA

El Real Decreto 1627/1997 exige la realización de una documentación referente a los aspectos sobre la seguridad de la obra que se vaya a ejecutar.

En cumplimiento de las prescripciones del referido Reglamento corresponde realizar para la obra que nos ocupa un Estudio Básico de Seguridad, en virtud del artículo 4.2 del citado Real Decreto. Este estudio básico recoge las normas de seguridad aplicables a la obra, con identificación de los riesgos que pueden estar presentes así como las medidas técnicas dispuestas en orden a su disminución. Se incluye asimismo la relación de equipos para la realización de trabajos posteriores que pudieran ser previsibles.

Este estudio de seguridad establece, durante la ejecución de los trabajos de la unidad de obra citada, las previsiones respecto a la prevención de riesgos y accidentes profesionales.

Servirá para dar unas directrices básicas a la empresa instaladora (y sus contratistas si los hubiere) para llevar a término sus obligaciones en materia de prevención de los riesgos laborales, facilitando el desarrollo de las obras bajo el control de la Dirección Técnica de la misma en consonancia con lo exigido por el Real Decreto 1627/1997, del 24 de octubre.

Si se contratara alguna empresa auxiliar para el desarrollo de los trabajos, el adjudicatario de las obras es responsable solidario con la principal de cualquier incumplimiento en esta materia (artículo 42.2 de la Ley 31/95, de Prevención de Riesgos Laborales).

5.2. CENTRO DE TRABAJO

Situación:

Parque Empresarial La Nava, en el término municipal de Olite (Navarra)

Promotor:

Roberto Perez



5.3. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA PROYECTADA.

Instalación:

Instalación eléctrica en baja tensión para fábrica y centro de transformación.

Ejecución:

Plazo: 1 mes.

Trabajadores: Se prevé la existencia de 10 trabajadores simultáneamente.

Edificaciones próximas: Otras Naves industriales.

Infraestructuras: Se dispone de acceso rodado, abastecimiento de agua, saneamiento y suministro eléctrico.

5.4. INFORMACIÓN PREVIA A LA REALIZACIÓN DE LA OBRA

Límites del centro:

El centro de trabajo se ciñe a los terrenos señalados en puntos anteriores.

Servicios:

Vestuarios en caseta prefabricada de obras.

Retretes, lavabos y duchas en caseta prefabricada de obras.

Botiquín primeros auxilios.

Conducciones:

Se desconoce la existencia de servicios subterráneos que afecten a la instalación proyectada (gas natural, red de alta tensión, BT, agua, etc.)

5.5. FASES DE OBRA CON IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Durante la ejecución de los trabajos se plantea la realización de las siguientes fases de obras con identificación de los riesgos que conllevan.

- Instalación eléctrica.
 - Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
 - Aplastamientos.
 - Atrapamientos.
 - Atropellos y/o colisiones.
 - Caída de objetos y/o de máquinas.
 - Caídas de personas a distinto nivel.
 - Caídas de personas al mismo nivel.



- Contactos eléctricos directos.
 - Contactos eléctricos indirectos.
 - Cuerpos extraños en ojos.
 - Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
 - Pisada sobre objetos punzantes.
 - Sobreesfuerzos.
 - Vuelco de máquinas y/o camiones.
- Compactación y consolidación de terrenos.
 - Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
 - Ambiente sucio y polvoriento.
 - Aplastamientos.
 - Atrapamientos.
 - Atropellos y/o colisiones.
 - Caídas de personas a distinto nivel.
 - Caídas de personas al mismo nivel.
 - Cuerpos extraños en ojos.
 - Desprendimientos y/o hundimientos.
 - Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
 - Nivel elevado de ruido.
 - Vuelco de máquinas y/o camiones.
 - Demolición mecánica.
 - Afecciones en la piel por dermatitis de contacto.
 - Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
 - Ambiente sucio y polvoriento.
 - Aplastamientos.
 - Atrapamientos.
 - Atropellos y/o colisiones.
 - Caídas de personas a distinto nivel.
 - Caídas de personas al mismo nivel.
 - Cuerpos extraños en ojos.
 - Desprendimientos y/o hundimientos.
 - Pisada sobre objetos punzantes.
 - Vibraciones.
 - Sobreesfuerzos.
 - Nivel elevado de ruido.
 - Excavación mecánica de zanjas.
 - Ambiente sucio y polvoriento.
 - Aplastamientos.
 - Atrapamientos.
 - Atropellos y/o colisiones.
 - Caídas de personas a distinto nivel.



- Caídas de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Derrumbamientos y/o hundimientos.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Sobreesfuerzos.
- Nivel elevado de ruido.
- Vuelco de máquinas y/o camiones.

5.6. RELACIÓN DE MEDIOS HUMANOS Y TÉCNICOS PREVISTOS CON IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS.

Se describen a continuación los medios humanos y técnicos que se prevé utilizar para el desarrollo de la ejecución de este proyecto.

De conformidad con lo indicado en el Real Decreto 1627/97 de 24/10/97 se identifican los riesgos inherentes a tales medios técnicos.

5.6.1. MAQUINARIA

- Camión con caja basculante.
- Camión grúa.
- Camión hormigonera.
- Cizalla.
- Compresor.
- Cortadora de pavimento.
- Grupo electrógeno.
- Hormigonera.
- Niveladora motorizada.
- Retroexcavadora.

5.6.2. MEDIOS DE TRANSPORTE

- Carretilla manual.
- Cuerdas de izado, eslingas.
- Ternaes, trócolas, poleas, cuerdas de izado, polipastos, y estrobos.

5.6.3. MEDIOS AUXILIARES

- Cestas de trabajo.
- Detector de conducciones eléctricas y metálicas.
- Escaleras de mano.
- Letreros de advertencia a terceros.



- Pasarelas para vías de circulación.
- Pasarelas para vías de paso.
- Señales de seguridad, vallas y balizas de advertencia e indicación de riesgos.
- Trócolas y ternaes.
- Útiles y herramientas accesorias.

5.6.4. HERRAMIENTAS

- Herramientas de combustión.
 - Compactador manual.
 - Soplete de butano ó propano.
- Herramientas eléctricas.
 - Analizador portátil (Polímero, Telurómetro, etc.).
 - Compresor.
 - Taladradora.
- Herramientas hidroneumáticas.
 - Martillo picador neumático.
- Herramientas manuales.
 - Bolsa porta herramientas.
 - Brochas, pinceles, rodillos.
 - Caja completa de herramientas mecánicas.
 - Caja completa de herramientas dieléctricas homologadas.
 - Capazo, cesto carretero, espuerta, carretilla de mano, carro chino.
 - Cizalla cortacables.
 - Cuerda de servicio.
 - Destornilladores, punzones y berbiqués.
 - Macetas, cinceles, escopios, punteros y escarpas.
 - Nivel, regla, escuadra y plomada.
 - Pelacables.
 - Tenazas, martillos, alicates.
 - Ternaes, trócolas y poleas.
 - Tijeras.



5.7. MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS

5.7.1. PROTECCIONES COLECTIVAS

5.7.1.1. GENERALES

5.7.1.1.1. Señalización.

El Real Decreto 485/1997, de 14 de abril por el que se establecen las disposiciones mínimas de carácter general relativas a la señalización de seguridad y salud en el trabajo, indica que deberá utilizarse una señalización de seguridad y salud a fin de:

- Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos prohibiciones u obligaciones.
- Alertar a los trabajadores cuando se produzca una determinada situación de emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación.
- Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.
- Orientar o guiar a los trabajadores que realicen determinadas maniobras peligrosas.

- Tipos de señales:

- En forma de panel:

Señales de advertencia:

Forma: Triangular.
Color de fondo: Amarillo.
Color de contraste: Negro.
Color de símbolo: Negro.

Señales de prohibición:

Forma: Redonda.
Color de fondo: Blanco.
Color de contraste: Rojo.
Color de símbolo: Negro.

Señales de obligación:

Forma: Redonda.
Color de fondo: Azul.
Color de símbolo: Blanco.



Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios:

Forma: Rectangular o cuadrada.

Color de fondo: Rojo.

Color de símbolo: Blanco.

Señales de salvamento o socorro:

Forma: Rectangular o cuadrada.

Color de fondo: Verde.

Color de símbolo: Blanco.

- Cinta de señalización:

En caso de señalar obstáculos, zonas de caída de objetos, caída de personas a distinto nivel, choques, golpes, etc., se señalará con los antes dichos paneles o bien se delimitará la zona de exposición al riesgo con cintas de tela o materiales plásticos con franjas alternadas oblicuas en color amarillo y negro, inclinadas 45°.

- Cinta de delimitación de zona de trabajo.

Las zonas de trabajo se delimitarán con cintas de franjas alternas verticales de colores blanco y rojo.

5.7.1.1.2. Protección de personas en instalaciones eléctricas

La instalación eléctrica se ajustará al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y hojas de interpretación, certificada por instalador autorizado.

En aplicación de lo indicado en el apartado 3º del Anexo IV al R.D. 1627/97 de 24/10/97, la instalación eléctrica deberá satisfacer, además, las dos siguientes condiciones:

- Deberá proyectarse, realizarse y utilizarse de manera que no entrañe peligro de incendio ni de explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra los riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.
- El proyecto, la realización y la elección del material y de los dispositivos de protección deberán tener en cuenta el tipo y la potencia de la energía suministrada, las condiciones de los factores externos y la competencia de las personas que tengan acceso a partes de la instalación.
- Los cables serán adecuados a la carga que han de soportar, conectados a las bases mediante clavijas normalizadas, blindados e interconexionados con uniones antihumedad y antichoque. Los fusibles blindados y calibrados según la carga máxima a soportar por los interruptores.



- Continuidad de la toma de tierra en las líneas de suministro interno de obra con un valor máximo de la resistencia de 80 Ohmios. Las máquinas fijas dispondrán de toma de tierra independiente.
- Todos los circuitos de suministro a las máquinas e instalaciones de alumbrado estarán protegidas por fusibles blindados o interruptores magnetotérmicos y disyuntores diferenciales de alta sensibilidad en perfecto estado de funcionamiento.
- Distancia de seguridad a líneas de Alta Tensión: $3,3 + \text{Tensión (en kV)}/100$ (ante el desconocimiento del voltaje de la línea, se mantendrá una distancia de seguridad de 5m).

5.7.1.1.3. Señales óptico acústicas de vehículos de obra.

Las máquinas autoportantes que puedan intervenir en las operaciones de manutención deberán disponer de:

- Una bocina o claxon de señalización acústica cuyo nivel sonoro sea superior al ruido ambiental, de manera que sea claramente audible; si se trata de señales intermitentes, la duración, intervalo y agrupación de los impulsos deberá permitir su correcta identificación, Anexo IV del R.D. 485/97 de 14/4/97.
- Señales sonoras o luminosas (previsiblemente ambas a la vez) para indicación de la maniobra de marcha atrás, Anexo I del R.D. 1215/97 de 18/7/97.
- Los dispositivos de emisión de señales luminosas para uso en caso de peligro grave deberán ser objeto de revisiones especiales o ir provistos de una bombilla auxiliar.
- En la parte más alta de la cabina dispondrán de un señalizado rotativo luminoso destellante de color ámbar para alertar de su presencia en circulación viaria.
- Dos focos de posición y cruce en la parte delantera y dos pilotos luminosos de color rojo detrás.
- Dispositivo de balizamiento de posición y preseñalización (lamas, conos, cintas, mallas, lámparas destellantes, etc.).

5.7.1.1.4. Aparatos elevadores.

Deberán ajustarse a su normativa específica, pero en cualquier caso, deberán satisfacer igualmente las condiciones siguientes (artículo 6C del Anexo IV del R.D. 1627/97):



- Todos sus accesorios serán de buen diseño y construcción, teniendo resistencia adecuada para el uso al que estén destinados.
- Instalarse y usarse correctamente.
- Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
- Ser manejados por trabajadores cualificados que hayan recibido formación adecuada.
- Presentarán, de forma visible, indicación sobre la carga máxima que puedan soportar.
- No podrán utilizarse para fines diferentes de aquellos a los que estén destinados.

Durante la utilización de los mencionados aparatos elevadores, con el fin de garantizar la seguridad y salud de los trabajadores, deberán comprobarse los siguientes sistemas preventivos:

- Seguridad de carga máxima: Es el sistema de protección que impide trabajar con cargas superiores a las máximas admitidas por el cabestrante de elevación, es decir, por la carga nominal del pié de flecha.

Normalmente van montadas en pié de flecha o contraflecha y están formados por arandelas tipo “Schnrr”, accionadas por el tiro del cable de elevación. Al deformarse las arandelas, accionan un microrruptor que impide la elevación de la carga y en algunos modelos, también que el carro se traslade hacia delante.

Se regulan de forma que con la carga nominal no corten y lo hagan netamente, al sobrepasar esta carga nominal como máximo en un 10%.

- Seguridad de final de recorrido de gancho de elevación: Consiste en dos microrruptores, que impiden la elevación del gancho cuando éste se encuentra en las cercanías del carro y el descenso del mismo por debajo de la cota elegida como inferior (cota cero). De ésta forma, se impiden las falsas maniobras de choque del gancho contra el carro y el aflojamiento del cable de elevación por posar el gancho en el suelo.

Normas de carácter general, en el uso de aparatos elevadores:

- Acoplar adecuados pestillos de seguridad a los ganchos de suspensión de los aparatos elevadores.



- Las eslingas llevarán estampilladas en los casquillos prensados la identificación donde constará la carga máxima para la cual están recomendadas, según los criterios establecidos anteriormente en este mismo procedimiento.
- De utilizar cadenas estas serán de hierro forjado con un factor de seguridad no inferior a 5 de la carga nominal máxima, según los criterios establecidos anteriormente en este mismo procedimiento.
- En las fases de transporte y colocación de los encofrados, en ningún momento los operarios estarán debajo de la carga suspendida. La carga deberá estar bien repartida y las eslingas o cadenas que la sujetan deberán tener argollas ó ganchos con pestillo de seguridad. Deberá tenerse en cuenta lo indicado en el apartado 3 del Anexo II del R.D. 1215/97 de 18/7/97.
- El gruista antes de iniciar los trabajos comprobará el buen funcionamiento de los finales de carrera, frenos y velocidades, así como de los licitadores de giro, si los tuviera.
- Si durante el funcionamiento de la grúa se observara que los comandos de la grúa no se corresponden con los movimientos de la misma, se dejará de trabajar y se dará cuenta inmediata a la Dirección técnica de la obra o al Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución.
- Evitar en todo momento pasar las cargas por encima de las personas.
- No se dejará caer el gancho de la grúa al suelo.

5.7.1.2. PROTECCIONES COLECTIVAS PARTICULARES A CADA FASE DE OBRA.

5.7.1.2.1. Protección contra caídas de altura de personas u objetos.

El riesgo de caída de altura de personas (precipitación, caída al vacío) es contemplado por el Anexo II del R.D. 1627/97 de 24/10/97 como riesgo especial para la seguridad y salud de los trabajadores, por ello, de acuerdo con los artículos 5.6 y 6.2 del mencionado Real Decreto se adjuntan las medidas preventivas específicas adecuadas.

- Pasarelas:

En aquellas zonas que sea necesario, el paso de peatones sobre las zanjas, pequeños desniveles y obstáculos, originados por los trabajos se realizarán mediante pasarelas. Serán preferiblemente prefabricadas de metal, o en su defecto realizadas “in situ”, de una anchura mínima de 1m, dotada en sus laterales de barandilla de seguridad reglamentaria: La plataforma será capaz de resistir 300 kg de peso y estará dotada de guirnaldas de iluminación nocturna, si se encuentra afectando a la vía pública.



- Escaleras portátiles:

Tendrán la resistencia y los elementos de apoyo y sujeción necesarios para que su utilización en las condiciones requeridas no suponga un riesgo de caída, por rotura o desplazamiento de las mismas.

Las escaleras que tengan que utilizarse en obra habrán de ser preferentemente de aluminio o hierro, a no ser posible se utilizarán de madera, pero con los peldaños ensamblados y no clavados. Estará dotadas de zapatas, sujetas en la parte superior, y sobrepasarán en un metro el punto de apoyo superior.

Previamente a su utilización se elegirá el tipo de escalera a utilizar, en función de la tarea a la que esté destinada y se asegurará su estabilidad. No se emplearán escaleras excesivamente cortas o largas, ni empalmadas.

5.7.1.2.2. Accesos y zonas de paso del personal, orden y limpieza.

Las aperturas de huecos horizontales sobre los forjados, deben condenarse con un tablero resistente, red, mallazo electrosoldado o elemento equivalente cuando no se esté trabajando en sus inmediaciones con independencia de su profundidad o tamaño.

Las armaduras y/o conectores metálicos sobresalientes de las esperas de las mismas estarán cubiertas por resguardos tipo “seta” o cualquier otro sistema eficaz, en previsión de punciones o erosiones del personal que pueda colisionar sobre ellos.

En aquellas zonas que sea necesario, el paso de peatones sobre las zanjas, pequeños desniveles y obstáculos originados por los trabajos, se realizarán mediante pasarelas.

5.7.1.2.3. Eslingas de cadena.

El fabricante deberá certificar que disponen de un factor de seguridad 5 sobre su carga nominal máxima y que los ganchos son de alta seguridad (pestillo de cierre automático al entrar en carga). El alargamiento de un 5% de un eslabón significa la caducidad inmediata de la eslinga.

5.7.1.2.4. Eslinga de cable.

A la carga nominal máxima se aplica un factor de seguridad 6, siendo su tamaño y diámetro apropiado al tipo de maniobras a realizar, las gazas estarán protegidas por guardacabos metálicos fijados mediante casquillos prensados y los ganchos serán también de alta seguridad. La rotura del 10% de los hilos en un segmento superior a 8 veces el diámetro del cable o la rotura de un cordón significa la caducidad inmediata de la eslinga.



5.7.1.2.5. Cabina de la maquinaria de movimiento de tierras.

Todas estas máquinas deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica, pero en cualquier caso deben satisfacer las condiciones siguientes (apartado 7C del Anexo IV del R.D. 1627/97 de 24/10/97):

- Estar bien diseñados y contruidos, teniendo en cuenta los principios ergonómicos.
- Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
- Utilizarse correctamente
- Los conductores han de recibir formación especial.
- Adoptarse las medidas oportunas para evitar su caída en excavaciones o en el agua.
- Cuando se adecuado, las máquinas dispondrán de cabina o pórtico de seguridad resguardando el habitáculo del operador, dotada de perfecta visión frontal y lateral, estando provista permanentemente de cristales o rejillas irrompibles, para protegerse de la caída de materiales. Además dispondrán de una puerta a cada lado.

5.7.1.2.6. Condiciones generales en trabajos de excavación y ataluzado.

Los trabajos con riesgos de sepultamiento o hundimiento son considerados especiales por el R.D. 1627/97 (Anexo II) y por ello debe constar en este Estudio de Seguridad y Salud el catálogo de medidas preventivas específicas:

- Topes para vehículos en el perímetro de la excavación:

Se dispondrá de los mismos a fin de evitar la caída de los vehículos al interior de las zanjas o por las laderas.

- Ataluzado natural de las paredes de excavación:

Como criterio general se podrán seguir las siguientes directrices en la realización de taludes con bermas horizontales por cada 1.50m de profundidad y con la siguiente inclinación:

Roca dura 80°.

Arena fina o arcillosa 20°.

La inclinación del talud se ajustará a los cálculos de la Dirección Facultativa de la obra, salvo cambio de criterio avalado por Documentación Técnica complementaria.



El aumento de la inclinación y el drenado de las aguas que puedan afectar a la estabilidad del talud y a las capas de superficie del mismo, garantizan su comportamiento.

Se evitará, a toda costa, amontonar productos procedentes de la excavación, en los bordes de los taludes ya que, además de la sobrecarga que puedan representar, pueden llegar a embalsar aguas originando filtraciones que pueden arruinar el talud.

En taludes de alturas de más de 1,50 m se deberán colocar bermas horizontales de 50 ó 80 cm de ancho, para la vigilancia y alojar las conducciones provisionales o definitivas de la obra.

La coronación del talud debe tratarse como una berma, dejando expedito el paso o incluso disponiendo tableros de madera para facilitarlos.

En taludes de grandes dimensiones, se habrá previsto en proyecto la realización en su base, de cunetes rellenos de grava suelta o canto de río de diámetro homogéneo, para retención de rebotes de materiales desprendidos, o alternativamente si, por cuestión del espacio disponible, no pudieran realizarse aquellos, se apantallará la parábola teórica de los rebotes o se dispondrá un túnel isostático de defensa.

- Barandillas de protección:

En huecos verticales de coronación de taludes, con riesgo de caída de personas u objetos desde alturas superiores a 2m, se dispondrán barandillas de seguridad completas empotradas sobre el terreno, constituidas por balaustre vertical homologado o certificado por el fabricante respecto a su idoneidad en las condiciones de utilización por él descritas, pasamanos superior situado a 90 cm. sobre el nivel del suelo, barra horizontal o listón intermedio (subsidiariamente barrotes verticales o mallazo con una separación máxima de 15 cm.) y rodapié o plinto de 20 cm. sobre el nivel del suelo, sólidamente anclados todos sus elementos entre sí, y de resistencia suficiente.

Los taludes de más de 1,50 m. de profundidad, estarán provistos de escaleras preferentemente excavados en el terreno o prefabricadas portátiles, que comuniquen cada nivel inferior con la berma superior, disponiendo una escalera por cada 30 m de talud abierto o fracción de este valor.

Las bocas de los pozos y arquetas, deben condenarse con un tablero resistente, red o elemento equivalente cuando no se esté trabajando en su interior y con independencia de su profundidad.

En aquellas zonas que sea necesario, el paso de peatones sobre las zanjas, pequeños desniveles y obstáculos, originados por los trabajos, se realizarán mediante pasarelas, preferiblemente prefabricadas de metal, o en su defecto realizadas "in situ", de una anchura mínima de 1m, dotada en sus laterales de barandilla de seguridad reglamentaria y capaz de resistir 300 kg. de peso, dotada de guirnaldas de iluminación nocturna.

El material de excavación estará apilado a una distancia del borde de la coronación del talud igual o superior a la mitad de su profundidad (multiplicar por dos en terrenos arenosos). La distancia mínima al borde es de 50 cm.



El acopio y estabilidad de los elementos prefabricados (p.e. canaletas de desagüe) deberá estar previsto durante su fase de ensamblaje y reposo en superficie, así como las cunas, carteles o utillaje específico para la puesta en obra de dichos elementos.

La madera a utilizar estará clasificada según usos y limpieas de clavos, flejadas o formando hileras entrecruzadas sobre una base amplia y nivelada, Altura máxima de la pila (sin tablonos estacados y arriostrados lateralmente): 1 metro.

- **Cuerda de retenida:**

Utilizada para posicionar y dirigir manualmente la canal de derrame del hormigón, en su aproximación a la zona de vertido, constituida por poliamida de alta tenacidad, calabrotada de 12 mm de diámetro, como mínimo.

- **Sirgas:**

Sirgas de desplazamiento y anclaje del cinturón de seguridad.
Variables según los fabricantes y dispositivos de anclaje utilizados.

5.7.1.2.7. Prevención de incendios, orden y limpieza.

Si las zanjas o pozos entran en contacto con zonas que albergan o transportan sustancias de origen orgánico o industrial, deberán adoptarse precauciones adicionales respecto a la presencia de residuos tóxicos, combustibles, deflagrantes, explosivos o biológicos.

La evacuación rápida del personal interior de la excavación debe quedar garantizado por la retirada de objetos en el fondo de zanja, que puedan interrumpir el paso.

Las zanjas de más de 1,30 m de profundidad, estarán provistas de escaleras preferentemente de aluminio, que rebasen 1 m sobre el nivel superior del corte, disponiendo una escalera por cada 15 m de zanja abierta o fracción de este valor, que deberá estar correctamente arriostrada transversalmente.

Las bocas de los pozos deben condenarse con un tablero resistente, red o elemento equivalente cuando no se esté trabajando en su interior y con independencia de su profundidad.

5.7.2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI)

- **Afecciones en la piel por dermatitis de contacto:**
 - Guantes de protección frente a abrasión.
 - Guantes de protección frente a agentes químicos.
- **Quemaduras físicas y químicas:**
 - Guantes de protección frente a abrasión.
 - Guantes de protección frente a agentes químicos.
 - Guantes de protección frente a calor.



- Protecciones de objetos y/o fragmentos:
 - Calzado con protección contra golpes mecánicos.
 - Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos.
 - Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas).

- Ambiente sucio y polvoriento:
 - Equipos de protección de las vías respiratorias con filtro mecánico.
 - Gafas de seguridad para uso básico (choque e impacto con partículas sólidas).

- Aplastamientos:
 - Calzado con protección contra golpes mecánicos.
 - Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos.

- Atmósfera anaerobia (con falta de oxígeno) producida por gases inertes:
 - Equipo de respiración autónomo, revisado y cargado.

- Atmósferas tóxicas, irritantes:
 - Equipo de respiración autónomo, revisado y cargado.
 - Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas).
 - Impermeables, trajes de agua.
 - Mascarilla respiratoria de filtro para humos de soldadura.
 - Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco.

- Atrapamientos:
 - Calzado con protección contra golpes mecánicos.
 - Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos.
 - Guantes de protección frente a abrasión.

- Caída de objetos y/o de máquinas:
 - Bolsa portaherramientas.
 - Calzado con protección contra golpes mecánicos.
 - Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos.

- Caídas de personas al distinto nivel:
 - Cinturón de seguridad anticaídas.
 - Cinturón de seguridad clase para trabajos de poda u postes.

- Caídas de personas al mismo nivel:
 - Bolsa portaherramientas.
 - Calzado de protección sin suela antiperforante.



- Contactos eléctricos directos:
 - Calzado con protección contra descargas eléctricas.
 - Casco protector de la cabeza contra riesgos eléctricos.
 - Gafas de seguridad contra arco eléctrico.
 - Guantes dieléctricos.

- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria:
 - Bolsa portaherramientas.
 - Calzado con protección contra golpes mecánicos.
 - Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos.
 - Chaleco reflectante para señalistas y estrobadores.
 - Guantes de protección frente a abrasión.

- Pisada sobre objetos punzantes:
 - Bolsa portaherramientas.
 - Calzado de protección sin suela antiperforante.

- Nivel alto de ruido:
 - Protectores auditivos.

5.7.3. PROTECCIONES ESPECIALES

5.7.3.1. GENERALES

5.7.3.1.1. Circulación y accesos en la obra.

Se estará de acuerdo a lo indicado en el artículo 11 A del Anexo IV del R.D. 1627/97 de 24/10/97 respecto a vías de circulación y zonas peligrosas.

Los accesos de vehículos deben ser distintos de los del personal, en el caso de que se utilicen los mismos se debe dejar un pasillo para el paso de personas protegido mediante vallas.

En ambos casos los pasos deben ser de superficies regulares, bien compactados y nivelados, si fuese necesario realizar pendientes se recomienda que estas no superen un 11% de desnivel. Todas estas vías estarán debidamente señalizadas y periódicamente se procederá a su control y mantenimiento. Se existieran zonas de acceso limitado deberán estar equipadas con dispositivos que eviten el paso de los trabajadores no autorizados.

El paso de vehículos en el sentido de entrada se señalizará con limitación de velocidad a 10 ó 20 km/h. y ceda el paso. Se obligará la detención con una señal de STOP en lugar visible del acceso en sentido de salida.

En las zonas donde se prevé que puedan producirse caídas de personas o vehículos deberán ser balizadas y protegidas convenientemente.

Las maniobras de camiones y/o hormigonera deberán ser dirigidas por un operario competente, y deberán colocarse topes para las operaciones de aproximación y vaciado.

El grado de iluminación natural será suficiente y en caso de luz artificial (durante la noche o cuando no sea suficiente la luz natural) la intensidad será la adecuada, citada en otro lugar de este estudio.



En su caso se utilizarán portátiles con protección antichoque. Las luminarias estarán colocadas de manera que no supongan riesgo de accidentes para los trabajadores (art. 9).

Si los trabajadores estuvieran especialmente sometidos a riesgos en caso de avería eléctrica, se dispondrá iluminación de seguridad de intensidad suficiente.

5.7.3.1.2. Protecciones y resguardos de máquinas.

Toda la maquinaria utilizada durante la obra, dispondrá de carcasas de protección y resguardos sobre las partes móviles, especialmente de las transmisiones, que impidan el acceso involuntario de personas u objetos a dichos mecanismos, para evitar el riesgo de atrapamiento.

5.7.3.1.3. Protección contra contactos eléctricos.

- Protección contra contactos eléctricos indirectos:

Esta protección consistirá en la puesta a tierra de las masas de la maquinaria eléctrica asociada a un dispositivo diferencial.

El valor de la resistencia a tierra será tan bajo como sea posible, y como máximo será igual o inferior al cociente de dividir la tensión de seguridad (V_s), que en locales secos será de 50V y en los locales húmedos de 24V, por la sensibilidad en amperios del diferencial (A).

- Protecciones contra contactos eléctricos directos:

Los cables eléctricos que presenten defectos del recubrimiento aislante se habrán de reparar para evitar la posibilidad de contactos eléctricos con el conductor.

Los cables eléctricos deberán estar dotados de clavijas en perfecto estado a fin de que la conexión a los enchufes se efectúe correctamente.

Los vibradores estarán alimentados a una tensión de 24 voltios o por medio de transformadores o grupos convertidores de separación de circuitos. En todo caso serán de doble aislamiento.

En general cumplirán lo especificado en el presente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

5.7.3.2. PROTECCIONES ESPECIALES PARTICULARES A CADA FASE DE OBRA.

5.7.3.2.1. Caída de objetos.

Se evitará el paso de personas bajo las cargas suspendidas; en todo caso se acotarán las áreas de trabajo bajo las cargas citadas.



Las armaduras destinadas a los pilares se colgarán para su transporte por medio de eslingas bien enlazadas y provistas en sus ganchos de pestillo de seguridad.

Preferentemente el transporte de materiales se realizará sobre bateas para impedir el corrimiento de la carga.

5.7.3.2.2. Condiciones preventivas del entorno de la zona de trabajo.

Se comprobará que están bien colocadas las barandillas, horcas, redes, mallazo o ménsula que se encuentren en la obra, protegiendo la caída de altura de las personas en la zona de trabajo.

No se efectuarán sobrecargas sobre la estructura de los forjados, acopiando en el contorno de los capiteles de pilares, dejando libres las zonas de paso de personas y vehículos de servicio de la obra.

Debe comprobarse periódicamente el perfecto estado de servicio de las protecciones colectivas colocadas en previsión de caídas de personas u objetos, a diferente nivel, en las proximidades de las zonas de acopio y de paso.

El apilado en altura de los diversos materiales se efectuará en función de la estabilidad que ofrezca el conjunto.

Los pequeños materiales deberán acopiarse a granel en bateas, cubiletes o bidones adecuados, para que no se diseminen por la obra.

Se dispondrá en obra, para proporcionar en cada caso, el equipo indispensable al operario, una provisión de palancas, cuñas, barras, puntales, picos, tablones, bridas, cables, ganchos y lonas de plástico.

Para evitar el uso continuado de la sierra circular en obra, se procurará que las piezas de pequeño tamaño y de uso masivo en obra (p.e. cuñas), sean realizados en talleres especializados. Cuando haya piezas de madera que por sus características tengan que realizarse en obra con la sierra circular, esta reunirá los requisitos que se especifican en el apartado de protecciones colectivas.

Se dispondrá de un extintor de polvo polivalente junto a la zona de acopio y corte.

5.7.3.2.3. Acopio de materiales sueltos.

El abastecimiento de materiales sueltos a obra se debe tender a minimizar, remitiéndose únicamente a materiales de uso discreto.

Los soportes, cartelas, cerchas, máquinas, etc., se dispondrán horizontalmente, separando las piezas mediante tacos de madera que aíslen el acopio del suelo y entre cada una de las piezas.

Los acopios se realizarán sobre superficies niveladas y resistentes.

No se afectarán los lugares de paso.

En proximidad a lugares de paso se deben señalar mediante cintas de señalización.



5.7.3.2.4. Condiciones generales del centro de trabajo en el ataluzado de terrenos.

Se estará a lo señalado por el artículo 9 C del Anexo IV del R.D. 1627/97, en lo que respecta a movimiento de tierras y excavaciones, fundamentalmente en lo relativo a detección de cables subterráneos y sistemas de distribución, en lo relativo a evitar el riesgo de sepultamiento y el de inundaciones por irrupción accidental del agua.

Las zonas en las que puedan producirse desprendimientos de rocas o árboles con raíces descarnadas, sobre personas, máquinas o vehículos, deberán ser señalizadas, balizadas y protegidas convenientemente. Los árboles postes o elementos inestables deberán apuntalarse adecuadamente con tornapuntas y jacabalcones. Si fuera preciso, habría que establecer un sistema de iluminación provisional de las zonas de paso y trabajo.

En verano proceder al regado previo de las zonas de trabajo que puedan originar polvareda durante su remoción.

Los elementos estructurales inestables que puedan aparecer en el subsuelo deberán apearse y ser apuntalados adecuadamente, especialmente si se trata de construcciones de fábrica, mampuestos y argamasa o mortero u hormigón en masa.

Siempre que existan interferencias entre los trabajos de ataluzado y las zonas de circulación de peatones, máquinas o vehículos, se ordenarán y controlarán mediante personal auxiliar debidamente adiestrado, que vigile y dirija sus movimientos.

Se establecerá una zona de aparcamiento de vehículos y máquinas, así como un lugar de almacenamiento y acopio de materiales inflamables y combustibles (gasolina, gasoil, aceites, grasas, etc.) en lugar seguro fuera de la zona de influencia de los trabajos.

No se dañarán las raíces críticas de las plantas, arbustos, árboles que hay que tener en cuenta para su conservación, protección y/o mantenimiento posterior.

Se mantendrán las zonas de paso para personas y vehículos así como los acopios de materiales de excavación dentro de las distancias adecuadas, indicadas más adelante.

5.7.3.2.5. Condiciones generales del centro de trabajo en fase de derribo.

Señala el artículo 12 C del Anexo IV del R.D. 1627/97 que los trabajos de derribo o demolición que puedan suponer un riesgo para los trabajadores deberán estudiarse, planificarse y emprenderse bajo la supervisión de una persona competente y deberán adoptarse las precauciones, métodos y procedimientos apropiados, para ello:

Las zonas en las que puedan producirse desprendimiento o caída de materiales o elementos, procedentes del derribo, sobre personas, máquinas o vehículos, deberán ser señalizadas, balizadas y protegidas convenientemente.

Se deberá establecer un sistema de iluminación provisional de las zonas de paso y de trabajo y las instalaciones interiores, quedarán anuladas y desconectadas, salvo las que fueran necesarias para realizar los trabajos y protecciones.

Los elementos estructurales inestables deberán apearse y ser apuntalados adecuadamente.

Siempre que existan interferencias entre los trabajos de demolición y las zonas de circulación de peatones, máquinas o vehículos, se ordenarán y controlarán mediante personal auxiliar debidamente adiestrado, que vigile y dirija sus movimientos.



Se establecerá una zona de aparcamiento de vehículos y máquinas, así como un lugar de almacenamiento y acopio de materiales inflamables y combustibles (gasolina, gasoil, aceites, grasas, etc.) en lugar seguro fuera de la zona de influencia de los trabajos.

Se seleccionarán las plantas, arbustos y árboles que sea preciso tener en cuenta para su conservación, protección, traslado y/o mantenimiento posterior.

En función del uso que ha tenido la construcción a demoler deberán adoptarse precauciones adicionales (p.e. en presencia de residuos tóxicos, combustibles, deflagrantes, explosivos o biológicos).

5.7.3.2.6. Circulación de vehículos en las proximidades de la excavación.

Siempre que se prevea interferencia entre los trabajos de excavación y las zonas de circulación de peatones o vehículos, se ordenará y controlará por personal auxiliar debidamente adiestrado que vigile y dirija la circulación.

Estarán debidamente señalizadas las zonas de paso de los vehículos que deban acceder a la obra, tales como camiones, maquinaria de movimiento de tierras, mantenimiento o servicio. Siempre que sea previsible el paso de peatones o vehículos junto al borde de la excavación se dispondrán de vallas móviles que se iluminarán cada 10 metros con puntos de luz portátil. En general las vallas acotarán no menos de un metro el paso de peatones y dos metros el de vehículos.

Se establecerán zonas de aparcamiento de vehículos y máquinas, así como un lugar par el acopio de materiales, teniendo en cuenta que los productos inflamables y combustibles, queden en un lugar seguro fuera de la zona de influencia de los trabajos.

Se prestará especial atención a la preservación de plantas y arbustos que hay que tener en cuenta para su conservación, protección y posterior traslado.

5.7.3.2.7. Condiciones del centro de trabajo durante la excavación mecánica.

Las zonas en que puedan producirse desprendimientos de rocas o árboles con raíces descarnadas, sobre personas, máquinas o vehículos, deberán se señalizadas, balizadas y protegidas convenientemente. Los árboles postes o elementos inestables deberán apuntalarse adecuadamente con tornapuntas y jabalcones.

En invierno establecer un sistema de iluminación provisional de las zonas de paso y trabajo, disponiendo arena y sal gorda sobre los charcos susceptibles de heladas.

En verano proceder al regado previo de las zonas de trabajo que puedan originar polvareda durante su remoción.

Siempre que las obras se lleven a cabo en zonas habitadas o con tráfico próximo, se dispondrá a todo lo largo de la excavación, y en el borde contrario al que se acopian los productos procedentes de la excavación, o en ambos lados se estos se retiran, vallas y pasos colocados a una distancia no superior a 50 cm. de los cortes de excavación.



5.7.4. NORMATIVA A APLICAR EN LAS FASES DEL ESTUDIO

5.7.4.1. NORMATIVA GENERAL

Exige el R.D. 1627/97 de 24 de Octubre la realización de este Estudio de Seguridad y Salud que debe contener una descripción de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando a tal efecto las medidas preventivas adecuadas; relación de aquellos otros que no han podido evitarse conforme a lo señalado anteriormente, indicando las protecciones técnicas tendentes a reducir los y las medidas preventivas que los controlen. Han de tenerse en cuenta, sigue el R.D., la tipología y características de los materiales y elementos que hayan de usarse, determinación del proceso constructivo y orden de ejecución de los trabajos. Tal es lo que manifiesta en el Proyecto de Obra al que acompaña este Estudio de Seguridad y Salud.

Sobre la base de lo establecido en este estudio, se elaborará el correspondiente Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo (art. 7 del citado R.D.) por el Contratista en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este estudio, en función de su propio sistema de ejecución de la obra o realización de las alternativas que el contratista crea oportunas siempre que se justifiquen técnicamente y que tales cambios no impliquen la disminución de los niveles de prevención previstos. Dicho plan deberá ser aprobado por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de las obras (o por la Dirección Facultativa sino fuere precisa la Coordinación citada).

A tales personas compete la comprobación, a pie de obra, de los siguientes aspectos técnicos previos:

- Revisión de los planos de la obra o proyecto de instalaciones.
Replanteo.
- Maquinaria y herramientas adecuadas.
- Medios de transporte adecuados al proyecto.
- Elementos auxiliares precisos.
- Materiales, fuentes de energía a utilizar.
- Protecciones colectivas necesarias, etc.

Entre otros aspectos, en esta actividad se deberá haber ponderado la posibilidad de adoptar alguna de las siguientes alternativas:

- Tender a la normalización y repetitividad de los trabajos, para racionalizarlo y hacerlo más seguro, amortizable y reducir adaptaciones artesanales y manipulaciones perfectamente prescindibles en obra.
- Se procurará proyectar con tendencia a la supresión de operaciones y trabajos que puedan realizarse en taller, eliminando de esta forma la exposición de los trabajadores a riesgos innecesarios.
- El comienzo de los trabajos, sólo deberá acometerse cuando se disponga de todos los elementos necesarios para proceder a su asentamiento y delimitación definida de las zonas de influencia durante las maniobras, suministro de materiales así como el radio de actuación de los equipos en condiciones de seguridad para las personas y los restantes equipos.



- Se establecerá un plan para el avance de los trabajos, así como la retirada y acopio de la totalidad de los materiales empleados, en situación de espera.
- Ante la presencia de líneas de alta tensión tanto la grúa como el resto de la maquinaria que se utilice durante la ejecución de los trabajos guardarán la distancia de seguridad de acuerdo con lo indicado en el presente estudio.
- Se revisará todo lo concerniente a la instalación eléctrica comprobando su adecuación a la potencia requerida y el estado de conservación en el que se encuentra.
- Será debidamente cercada la zona en la cual pueda haber peligro de caída de materiales, y no se haya podido apantallar adecuadamente la previsible parábola de caída del material.

Como se indica en el art. 8 del R.D. 1627/97 de 24 de Octubre, los principios generales de prevención en materia de seguridad y salud que recoge el art. 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, deberán ser tomados en consideración por el proyectista en las fases de concepción, estudio y elaboración del proyecto de obra y en particular al tomar las decisiones constructivas, técnicas y de organización con el fin de planificar los diferentes trabajos y al estimar la duración prevista de los mismos. El Coordinador en materia de seguridad y salud en fase de proyecto será el que coordine estas cuestiones.

Se efectuará un estudio de acondicionamiento de las zonas de trabajo, para prever la colocación de plataformas, torretas, zonas de paso y formas de acceso, y poderlos utilizar de forma conveniente.

Se dispondrá en obra, para proporcionar en cada caso, el equipo indispensable y necesario, prendas de protección individual tales como cascos, gafas, guantes, botas de seguridad homologadas, impermeables y otros medios que puedan servir para eventualidades o socorrer y evacuar a los operarios que puedan accidentarse.

El personal habrá sido instruido sobre la utilización correcta de los equipos individuales de protección, necesarios para la realización de su trabajo. En los riesgos puntuales y esporádicos de caída de altura, se utilizará obligatoriamente el cinturón de seguridad ante la imposibilidad de disponer de la adecuada protección colectiva u observarse vacíos respecto a la integración de la seguridad en el proyecto de ejecución.

Cita el artículo 10 del R.D. 1627/97 la aplicación de los principios de acción preventiva en las siguientes tareas o actividades:

- Mantenimiento de las obras en buen estado de orden y limpieza
- Elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso u la determinación de vías de paso y circulación.
- La manipulación de los diferentes materiales y medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios con el objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y el acontecimiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los diferentes materiales, en particular los peligrosos.
- La recogida de materiales peligrosos utilizados.
- El almacenamiento y la eliminación de residuos y escombros.



- La adaptación de los diferentes tiempos efectivos a dedicar a las distintas fases del trabajo.
- La cooperación entre Contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.
- Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se desarrolle de manera próxima.

5.7.4.2. PROTECCIONES PERSONALES

Cuando los trabajos requieran la utilización de prendas de protección personal, éstas llevarán el sello –CE- y serán adecuadas al riesgo que tratan de paliar, ajustándose en todo a lo establecido en el R.D. 773/97 de 30 de Mayo.

En caso de que un trabajador tenga que realizar un trabajo esporádico en alturas superiores a 2 m y no pueda ser protegido mediante protecciones colectivas adecuadas, deberá ir provisto de cinturón de seguridad homologado (de sujeción o anticaídas según proceda), en vigencia de utilización (no caducada), con puntos de anclaje no improvisados, sino previstos en proyecto y en la planificación de los trabajos, debiendo acreditar previamente que ha recibido la formación suficiente por parte de sus mandos jerárquicos, para ser utilizado restrictivamente, pero con criterio.

5.7.4.3. MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS

No se manipularán manualmente por un solo trabajador más de 25 kg.
Para el levantamiento de una carga es obligatorio lo siguiente:

- Asentar los pies firmemente manteniendo entre ellos una distancia similar a la anchura de los hombros, acercándose lo más posible a la carga.
- Flexionar las rodillas, manteniendo la espalda erguida.
- Agarrar el objeto firmemente con ambas manos si es posible.
- El esfuerzo de levantar el peso lo debe realizar los músculos de las piernas.
- Durante el transporte, la carga debe permanecer lo más cerca posible del cuerpo, debiéndose evitarse los giros de cintura.

Para el manejo de cargas largas por una sola persona se actuará según los siguientes criterios preventivos:

- Llevará la carga inclinada por uno de sus extremos, hasta la altura del hombro.
- Avanzará desplazando las mano a lo largo del objeto, hasta llegar al centro de gravedad de la carga.
- Se colocará la carga en equilibrio sobre el hombro.
- Durante el transporte, mantendrá la carga en posición inclinada, con el extremo delantero levantado.
- Es obligatoria la inspección visual del objeto pesado a levantar para eliminar aristas afiladas.



- Es obligatorio el empleo de un código de señales cuando se ha de levantar un objeto entre varios, para aportar el esfuerzo al mismo tiempo. Puede ser cualquier sistema a condición de que sea conocido o convenido por el equipo.

5.7.4.4. MANIPULACIÓN DE CARGAS CON LA GRÚA

En todas aquellas operaciones que conlleven el empleo de aparatos elevadores, es recomendable la adopción de las siguientes normas generales:

- Señalar de forma visible la carga máxima que pueda elevarse mediante el aparato elevador utilizado.
- Acoplar adecuados pestillos de seguridad a los ganchos de suspensión de los aparatos elevadores.
- Emplear para la elevación de materiales recipientes adecuados que los contengan, o se sujeten las cargas de forma que se imposibilite el desprendimiento parcial o total de las mismas.
- Las eslingas llevarán placa de identificación donde constará la carga máxima para la cual están recomendadas.
- De utilizar cadenas, éstas serán de hierro forjado con un factor de seguridad no inferior a 5 de la carga nominal máxima. Estarán libres de nudos y se enrollarán en tambores o polichas adecuadas.
- Para la elevación y transporte de piezas de gran longitud se emplearán palonniers o vigas de reparto de cargas, de forma que permita esparcir la luz entre apoyos, garantizando de esta forma la horizontalidad y estabilidad.
- El gruista antes de iniciar los trabajos comprobará el buen funcionamiento de los finales de carrera. Si durante el funcionamiento de la grúa se observara inversión de los movimientos, se dejará de trabajar y se dará cuenta inmediata a la Dirección Técnica de la obra.

5.7.4.5. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBERÁN APLICARSE EN LAS OBRAS

5.7.4.5.1. Disposiciones mínimas específicas relativas a puestos de trabajo en el exterior de los locales.

Observación preliminar; las obligaciones previstas en la presente parte del anexo se paliarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad las circunstancias o cualquier riesgo.

- Estabilidad y solidez:
 - Los puestos de trabajo móviles o fijos situados por encima o por debajo del nivel del suelo deberán ser sólidos y estables teniendo en cuenta: El número de trabajadores que los ocupen.



- Las cargas máximas que, en su caso, puedan tener que soportar, así como su distribución.
 - Los factores externos que pudieran afectarles.
 - En caso de que los soportes y los demás elementos de estos lugares de trabajo no poseyeran estabilidad propia, se deberán garantizar su estabilidad mediante elementos de fijación apropiados y seguros con el fin de evitar cualquier desplazamiento inesperado o involuntario del conjunto o de parte de dichos puestos de trabajo.
 - Deberá verificarse de manera apropiada la estabilidad y la solidez, y especialmente después de cualquier modificación de la altura o de la profundidad del puesto de trabajo.
- Caída de objetos:
 - Los trabajadores deberán estar protegidos contra la caída de objetos o materiales, para ello se utilizarán siempre que sea técnicamente posible, medidas de protección colectiva.
 - Cuando sea necesario, se establecerán pasos cubiertos o se impedirá el acceso a las zonas peligrosas.
 - Los materiales de acopio, equipos y herramientas de trabajo deberán colocarse o almacenarse de forma que se evite su desplome, caída o vuelco.
 - Caídas de altura:
 - Las plataformas, andamios y pasarelas, así como los desniveles, huecos y aberturas existentes en los pisos de las obras, que supongan para los trabajadores un riesgo de caída de altura superior a 2 metros, se protegerán mediante barandillas u otro sistema de protección colectiva de seguridad equivalente.
 - Las barandillas serán resistentes, tendrán una altura mínima de 90 cm. y dispondrán de un reborde de protección, un pasamanos y una protección intermedia que impidan el paso o deslizamiento de los trabajadores.
 - Los trabajos en altura sólo podrán efectuarse en principio, con la ayuda de equipos concebidos para el fin o utilizando dispositivos de protección colectiva, tales como barandillas, plataformas o redes de seguridad. Si por la naturaleza del trabajo ello no fuera posible, deberán disponerse de medios de acceso seguros y utilizarse cinturones de seguridad con anclaje u otros medios de protección equivalente.
 - La estabilidad y solidez de los elementos de soporte y el buen estado de los medios de protección deberán verificarse previamente a su uso, posteriormente de forma periódica y cada vez que sus condiciones de seguridad puedan resultar afectadas por una modificación, periodo de no utilización o cualquier otra circunstancia.



- Factores atmosféricos:
 - Deberá protegerse a los trabajadores contra las inclemencias atmosféricas que puedan comprometer su seguridad y su salud.

- Andamios y escaleras:
 - Los andamios deberán proyectarse, construirse y mantenerse convenientemente de manera que se evite que se desplomen o se desplacen accidentalmente.
 - Las plataformas de trabajo, las pasarelas y las escaleras de los andamios deberán construirse, protegerse y utilizarse de forma que se evite que las personas tengan o estén expuestas a caídas de objetos. A tal efecto, sus medidas se ajustarán al número de trabajadores que vayan a utilizarlos.
 - Los andamios deberán in inspeccionados por una persona competente:
 - Antes de su puesta en servicio.
 - A intervalos regulares en lo sucesivo.
 - Después de cualquier modificación, periodo de no utilización, exposición a la intemperie, sacudidas sísmicas o cualquier otra circunstancia que hubiera podido afectar a su resistencia o a su estabilidad.
 - Los andamios móviles deberán asegurarse contra los desplazamientos involuntarios.
 - Las escaleras de mano deberán cumplir las condiciones de diseño y utilización señaladas en el Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

- Apartados elevadores:
 - Los aparatos elevadores y los accesorios de izado utilizados en la obra, deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica. En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, los aparatos elevadores y los accesorios de izado deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.
 - Los aparatos elevadores y los accesorios de izado incluido sus elementos constitutivos, sus elementos de fijación, anclaje y soportes, deberán:
 - Ser de buen diseño y construcción y tener una resistencia suficiente para el uso al que estén destinados.
 - Instalarse y utilizarse correctamente.
 - Ser manejados por trabajadores cualificados que hayan recibido una formación adecuada.
 - En los aparatos elevadores y en los accesorios de izado se deberá colocar de manera visible, la indicación del valor de su carga máxima.



- Los aparatos elevadores lo mismo que sus accesorios no podrán utilizarse para fines distintos de aquellos a los que estén destinados.
- Vehículos y maquinaria para movimiento de tierras y manipulación de materiales:
 - Los vehículos y maquinaria para movimiento de tierra y manipulación de materiales deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica. En todo caso y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, los vehículos y maquinaria para movimiento de tierras y manipulación de materiales deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.
 - Todos los vehículos y toda maquinaria para movimientos de tierras y para manipulación de materiales deberán:
 - Estar bien proyectados y contruidos, teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, los principios de la ergonomía.
 - Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
 - Utilizarse correctamente.
 - Los conductores y personal encargado de vehículos y maquinarias para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán recibir una formación especial.
 - Deberán adoptarse medidas preventivas para evitar que caigan en las excavaciones o en el agua vehículos o maquinarias para movimientos de tierras y manipulación de materiales.
 - Cuando sea adecuado, las maquinarias para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán estar equipadas con estructuras concebidas para proteger el conductor contra el aplastamiento, en caso de vuelco de la máquina, y contra la caída de objetos.
- Instalaciones, máquinas y equipo:
 - Las instalaciones, máquinas y equipos utilizados en las obras deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica. En todo caso, y a salvo de las disposiciones específicas de la normativa citada, las instalaciones, máquina y equipos deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.
 - Las instalaciones, máquinas y equipos incluidas las herramientas manuales o sin motor, deberán:
 - Estar bien proyectados y contruidos, teniendo en cuenta en la medida de lo posible, los principios de la ergonomía.
 - Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
 - Utilizarse exclusivamente para los trabajos que hayan sido diseñados.
 - Ser manejados por trabajadores que hayan recibido una formación adecuada.
 - Las instalaciones y los aparatos a presión deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica.



- Movimientos de tierras, excavaciones, pozos, trabajos subterráneos y túneles:
 - Antes de comenzar los trabajos de movimientos de tierras, deberán tomarse medidas para localizar y reducir al mínimo los peligros debidos a cables subterráneos y demás sistemas de distribución.
 - En las excavaciones, pozos, trabajos subterráneos o túneles deberán tomarse las precauciones adecuadas:
 - Para prevenir los riesgos de sepultamiento por desprendimiento de tierras, caídas de personas, tierras, materiales u objetos, mediante sistemas de entibación, blindaje, apeo, taludes y otras medidas adecuadas.
 - Para prevenir la irrupción accidental de agua mediante los sistemas o medidas adecuado.
 - Para garantizar una ventilación suficiente en todos los lugares de trabajo de manera que se mantenga una atmósfera apta para la respiración que no sea peligrosa o nociva para la salud.
 - Para permitir que los trabajadores puedan ponerse a salvo en caso de que se produzca un incendio o una irrupción de agua o la caída de materiales.
 - Deberán preverse vías seguras para entrar y salir de la excavación.
 - Las acumulaciones de tierras, escombros o materiales y los vehículos en movimiento deberán mantenerse alejados de las excavaciones o deberán tomarse las medidas adecuadas en su caso mediante la construcción de barreras, para evitar su caída en las mismas o el derrumbamiento del terreno.

- Instalaciones de distribución de energía:
 - Deberán verificarse y mantenerse con regularidad las instalaciones de distribución de energía presentes en la obra, en particular las que estén sometidas a factores externos.
 - Las instalaciones existentes antes del comienzo de la obra deberán estar localizadas, verificadas y señalizadas claramente.
 - Cuando existen líneas de tendido eléctrico aéreas que puedan afectar a la seguridad en la obra será necesaria desviarlas fuera del recinto de la obra o dejarlas sin tensión. Si esto no fuera posible, se colocarán barreras o avisos para que los vehículos y las instalaciones se mantengan alejados de las mismas.
 - En caso de que vehículos de la obra tuvieran que circular bajo el tendido se utilizarán una señalización de advertencia y una protección de delimitación de altura.

- Estructuras metálicas o de hormigón, encofrados y piezas prefabricadas pesadas:
 - Las estructuras metálicas o de hormigón y sus elementos, los encofrados, las piezas prefabricadas pesadas o los soportes temporales y los



apuntalamientos sólo se podrán montar o desmontar bajo vigilancia, control y dirección de una persona competente.

- Los encofrados, los soportes temporales y los apuntalamientos deberán proyectarse, calcularse, montarse y mantenerse de manera que puedan soportar sin riesgo las cargas a que sean sometidos.

- Deberán adoptarse las medidas necesarias para proteger a los trabajadores contra los peligros derivados de la fragilidad o inestabilidad temporal de la obra.

▪ Otros trabajos específicos:

- Los trabajos de derribo o demolición que puedan suponer un peligro para los trabajadores deberán estudiarse, planificarse y emprenderse bajo la supervisión de una persona competente y deberán realizarse adoptando las precauciones, métodos y procedimientos apropiados.

- En los trabajos en tejados deberán adoptarse las medidas de protección colectiva que sean necesarias en atención a la altura, inclinación o posible carácter o estado resbaladizo, para evitar la caída de trabajadores, herramientas o materiales. Asimismo cuando haya que trabajar sobre o cerca de superficies frágiles, se deberán tomar las medidas preventivas adecuadas para evitar que los trabajadores las pisen inadvertidamente o caigan a través suyo.

- Los trabajos con explosivos, así como los trabajos en cajones de aire comprimido se ajustarán a lo dispuesto en su normativa específica.

- Las ataguías deberán estar bien construidas, con materiales apropiados y sólidos, con una resistencia suficiente y provistas de un equipamiento adecuado para que los trabajadores puedan ponerse a salvo en caso de irrupción de agua y de materiales.

- La construcción, el montaje, la transformación o el desmontaje de una ataguía deberá realizarse únicamente bajo la vigilancia de una persona competente. Asimismo las ataguías deberán ser inspeccionadas por una persona competente a intervalos regulares.

5.7.4.5.2. Normativa particular a cada fase de la obra.

▪ *Trabajos en redes eléctricas.*

Entre otros aspectos, en esta actividad se deberá haber ponderado la posibilidad de adoptar alguna de las siguientes alternativas:

- Tender a la normalización y repetitividad de los trabajos, para racionalizarlo y hacerlo más seguro, amortizable y reducir adaptaciones artesanales y manipulaciones perfectamente prescindibles en obra.

- Se procurará proyectar con tendencia a la supresión de operaciones y trabajos que puedan realizarse en taller, eliminando de esta forma la exposición de los trabajadores a riesgos innecesarios.



- En general las vallas o palenques acotarán no menos de 1 m el paso de peatones y 2m el de vehículos.

Después de haber adoptado las operaciones previas (apertura de circuitos, bloqueo de los aparatos de corte y verificación de la ausencia de tensión) a la realización de los trabajos eléctricos, se deberán realizar en el propio lugar de trabajo, las siguientes.

- Verificación de la ausencia de tensión y de retornos.
- Puesta en cortocircuito lo más cerca posible del lugar de trabajo y en cada uno de los conductores sin tensión, incluyendo el neutro y los conductores de alumbrado público, si existieran. Si la red conductora es aislada y no puede realizarse la puesta en cortocircuito, deberá procederse como si la red estuviera en tensión, en cuanto a protección personal se refiere.
- Delimitar la zona de trabajo, señalándola adecuadamente si existe la posibilidad de error en la identificación de la misma.

Protecciones personales:

- Los guantes aislantes, además de estar perfectamente conservados y ser verificados frecuentemente, deberán estar adaptados a la tensión de las instalaciones o equipos en los cuales se realicen trabajos o maniobras.
- En los trabajos y maniobras sobre fusibles, seccionadores, bornes o zonas en tensión en general, en los que pueda cebarse intempestivamente el arco eléctrico, será preceptivo el empleo de: caco de seguridad normalizado para A.T., pantalla facial de policarbonato con atalaje aislado, gafas con ocular filtrante de color ópticamente neutro, guantes dieléctricos (en la actualidad se fabrican hasta de 30.000 V), o si se requiere mucha precisión, guantes de cirujano bajo guantes de tacto en piel de cabritilla curtida al cromo con manguitos incorporados (tipo taponero).

Para garantizar la seguridad de los trabajadores y para minimizar la posibilidad de que se produzcan contactos eléctricos, al intervenir en instalaciones eléctricas realizando trabajos sin tensión; se seguirán al menos tres de las siguientes reglas (cinco reglas de oro de la seguridad eléctrica).

Los trabajos en tensión se realizarán cuando existan causas muy justificadas, se realizarán por parte de personal autorizado y adiestrado en los métodos de trabajo a seguir, estando en todo momento presente un Jefe de trabajos que supervisará la labor del grupo de trabajo. Las herramientas que utilicen y prendas de protección personal deberán ser homologadas.

Al realizar trabajos en proximidad a elementos en tensión, se informará al personal de este riesgo y se tomarán las siguientes precauciones:

- En un primer momento se considerará se es posible cortar la tensión en aquellos elementos que producen riesgo.
- Si no es posible cortar la tensión se protegerá mediante mamparas aislantes (vinilo).



▪ *Compactación y consolidación de terrenos.*

La Dirección Facultativa deberá haber previsto tras los estudios geológicos e históricos, urbanísticos del solar y los datos aportados por las compañías suministradoras de servicios urbanos, la existencia de depósitos o canalizaciones enterradas, así como filtraciones de productos químicos o residuos de plantas industriales de proceso, próximas a la zona afectada por el talud, debiendo tomar las decisiones oportunas en cuanto a comunicación a las compañías de los servicios afectados y mediciones de toxicidad, límites de explosividad o análisis complementarios, previos a la realización de los trabajos. De la misma forma se procederá ante la detección de minas, simas, corrientes subterráneas, pozos, etc.

La determinación de la inclinación en la formación de taludes es también competencia de la Dirección Facultativa y reflejados en la Documentación Técnica, que deberá consensuar con el Contratista ejecutor de los trabajos para fijar el tipo de desnivel más adecuado y medidas adicionales de contención de los terrenos en función de los mismos y de los recursos disponibles, así como de los usos y costumbres de la zona.

La Documentación Técnica deberá haber contemplado los siguientes extremos:

- Características del terreno.
- Componentes del suelo.
- Granulometría.
- Densidad.
- Ángulo de rozamiento interno.
- Grado de saturación.
- Permeabilidad.
- Plasticidad.
- Consistencia.
- Compacidad.
- Resistencia a compresión.
- Helicidad.
- Nivel de la capa freática.
- Empuje activo.
- Forma de ejecución del talud.
- Profundidad.
- Sección.
- Maquinaria a utilizar.
- Acopio y acarreo.
- Movimiento de maquinaria y vehículos de transporte (señalización).
- Factores internos
- Forma y alteraciones de las capas estratificadas.
- Zonas plásticas.
- Agrietamiento.
- Asentamientos.
- Tendidos eléctricos subterráneos y conducciones para agua y gas.
- Factores externos



- Sobrecargas.
- Edificaciones próximas.
- Pavimentación preexistente.
- Tierras extraídas.
- Maquinaria y elementos de transporte.
- Vibraciones.
- Por maquinaria y transporte interno.
- Proximidad a calzadas con tráfico.
- Trabajos de pilotaje próximos.
- Climáticos.
- Afectación de líneas y servicios.
- Protecciones.
- Ataluzado de paredes.
- Entibación complementaria.
- Apeos y recalces complementarios.
- Barandillas.
- Paso sobre zanjas.

Los operadores de la maquinaria empleada en las tareas de ejecución y saneo de taludes, deberán estar habilitados por escrito para ello por su Responsable Técnico superior y conocer las reglas y recomendaciones que vienen especificadas en el manual de conducción y mantenimiento suministrado por el fabricante de la máquina, asegurándose igualmente de que el mantenimiento ha sido efectuado y que la máquina está a punto para el trabajo.

En la fase de excavación se habrán neutralizado o protegido las acometidas de las instalaciones, de acuerdo con las compañías suministradores. Se obturará el alcantarillado y se comprobará si se han vaciado todos los depósitos y tuberías de antiguas construcciones.

En el perímetro de las zonas excavadas, al comienzo de los trabajos, y siempre que sea previsible el paso de peatones o vehículos junto al borde del corte de terreno, se dispondrán vallas o palenques móviles que se iluminarán cada 10 m con puntos de luz portátil y grado de protección conforme a norma UNE 20.324. En general las vallas o palenques acotarán no menos de 1 m el paso de peatones y 2 m el de vehículos. Cuando los vehículos circulen en dirección normal al corte, la zona acotada se ampliará en esa dirección a dos veces la profundidad del talud y no menos de 4 m cuando se preciso la señalización vial de reducción de velocidad.

Se protegerán los elementos de Servicio Público que puedan ser afectados por el talud, como bocas de riego, tapas y sumideros de alcantarillas, árboles, farolas, etc.

Se establecerá el sistema de drenaje provisional, para impedir la acumulación de aguas superficiales que puedan perjudicar al talud, servicios o cimentaciones de fincas colindantes.

De forma general, el acopio de materiales y las tierras extraídas en desmontes con taludes de profundidad superior a 1,50 m, se dispondrá a distancia no menor de 2 m del borde del corte.

Los huecos horizontales que puedan quedar al descubierto sobre el terreno a causa de los trabajos, cuyas dimensiones puedan permitir la caída de personas a su interior,



deberán ser condenados al nivel de la cota de trabajo instalando si es preciso pasarelas completas y reglamentarias para los viandantes o personal de obra.

Siempre que exista la posibilidad de caída de altura de operarios que realicen tareas esporádicas a más de 2 m, deberán utilizar cinturón de sujeción amarrados a punto sólido o sirga de desplazamiento.

No se suprimirán los elementos atirantados o de arriostramiento en tanto en cuanto no se supriman o contrarresten las tensiones que inciden sobre ellos.

Inversamente, se procederá al atirantado de aquellos árboles de gran porte, o apuntalados y reforzados los elementos verticales o masas rocosas que eventualmente durante alguna parte de la operación de saneo y retirada, amenacen con equilibrio inestable. Especialmente se reforzará ésta medida si la situación se produce por interrupción de trabajo al finalizar la jornada.

Los lentejones de roca y/o construcción que traspasen los límites del talud, no se quitarán ni descalzarán sin previa autorización de la Dirección Facultativa.

La maquinaria utilizada para los trabajos de excavación y terraplenado estará asentada sobre superficies de trabajo suficientemente sólidas, y a criterio de la Dirección Facultativa, capaz de soportar sobradamente, los pesos propios y las cargas dinámicas añadidas por efecto de las tareas a realizar. Los estabilizadores y elementos de lastrado y asentamiento estable de la maquinaria, estarán emplazados en los lugares previstos por sus respectivos fabricantes.

Durante los trabajos pueden aparecer elementos arquitectónicos o arqueológicos y/o artísticos ignorados, de cuya presencia debe darse cuenta al Ayuntamiento y suspender cautelarmente los trabajos en esa área de la obra.

Los artefactos o ingenios bélicos que pudieran asimismo aparecer, deberán inmediatamente ponerse en conocimiento de la Compañía más próxima de la Guardia Civil.

La aparición de depósitos o canalizaciones enterradas, así como filtraciones de productos químicos o residuos de plantas de proceso industrial, en el subsuelo, deben ser puestos en conocimiento de la Dirección Facultativa de la obra, para que adopte las órdenes oportunas en lo relativo a mediciones de toxicidad, límites de explosividad o análisis complementarios, previos a la reanudación de los trabajos. De igual forma se procederá ante la aparición de minas, simas, corrientes subterráneas, pozos, etc.

Es recomendable que el personal que intervenga en los trabajos, tengan actualizadas y con las dosis de refuerzo preceptivas, las correspondientes vacunas antitetánica y antitífica.

Los taludes, si han de mantenerse durante largo tiempo, en espera de la reforestación, habrán de ser protegidos de la lluvia, utilizando para ello láminas de plástico o plantaciones que contengan la capa exterior de subsuelo. En cualquier caso, debe establecerse una vigilancia sobre la acción de agua o desecación, o en su caso de la nieve, sobre la influencia en su estabilidad, de la maquinaria pesada o vibratoria que haya en sus inmediaciones y de las cargas estáticas que puedan haberse colocado en sus bordes.

Es buena norma la de dar a los taludes ángulos iguales a los observados para el mismo terreno en sus inmediaciones, siempre que no existan corrientes de agua que puedan socavar el talud a crear. Cuanto más viejo sea el talud modelo, más garantías se tendrá al imitarlo. La orientación del talud, que vamos a copiar, debe ser análoga a la del que vamos a crear, ya que los procesos de congelación o fluxión podrían ser distintos en otras orientaciones.



Son especialmente delicados los taludes con arcillas en presencia de aguas, ya sean de lluvias o subterráneas, pues pueden llegar a comportarse como auténticos fluidos y tomar pendientes del 10% o menores.

En los terrenos rocosos es imprescindible analizar el buzamiento de los estratos y vigilar el grado de fisuración. Las materias que puedan existir entre estratos pueden llegar a comportarse como lubricantes facilitando los deslizamientos.

Como ya se ha indicado, debe evitarse a toda costa, amontonar productos procedentes de la excavación en los bordes de los taludes ya que, además de la sobrecarga que puedan representar, pueden llegar a embalsar aguas originando filtraciones que pueden llegar a arruinar el talud.

Es una buena técnica crear bermas en taludes de alturas de más de 1.50 m.

▪ *Demolición mecánica.*

Los operarios de la maquinaria empleada en la demolición deberán conocer las reglas y recomendaciones que vienen especificadas en el manual de conducción y mantenimiento suministrado por el fabricante de la máquina, asegurándose igualmente de que el mantenimiento ha sido efectuado y que la máquina está a punto para el trabajo.

Antes de poner el ingenio en marcha, el operador deberá realizar una serie de controles, de acuerdo con el manual del fabricante, tales como:

- Mira alrededor de la máquina para observar las posibles fugas de aceite, las piezas o conducciones en mal estado, etc.
- Comprobar los faros, las luces de posición, los intermitentes y luces de STOP.
- Comprobar el estado de los neumáticos en cuanto a presión y cortes en los mismos, o estado de las orugas y sus elementos de engarce, en los casos que proceda.
- Todos los dispositivos indicados para las máquinas utilizadas en demolición, en el apartado “Medios Auxiliares” deberán estar en su sitio, y en perfectas condiciones de eficacia preventiva.
- Comprobar los niveles de aceite y agua.
- Limpiar los limpiaparabrisas, los espejos y retrovisores antes de poner en marcha la máquina, quitar todo lo que pueda dificultar la visibilidad.
- No dejar trapos en el compartimento del motor.
- El puesto de conducción debe estar limpio, quitar los restos de aceite, grasa o barro del suelo, las zonas de acceso a la cabina y los agarraderos.
- No dejar en el suelo de la cabina de conducción objetos diversos tales como herramientas, trapos, etc. Utilizar para ello la caja de herramientas.
- Comprobar la altura del asiento del conductor, su comodidad y visibilidad desde el mismo.



Al realizar la puesta en marcha e iniciar los movimientos con la máquina, el operador deberá especialmente:

- Comprobar que ninguna persona se encuentra en las inmediaciones de la máquina, y si hay alguien, alertar de la maniobra para que se ponga fuera de su área de influencia.
- Colocar todos los mandos en punto muerto.
- Sentarse antes de poner en marcha el motor.
- Quedarse sentado al conducir.
- Verificar que las indicaciones de los controles son normales.
- No mantener el motor de explosión en funcionamiento en locales cerrados sin el filtro correspondiente que regule las emisiones de monóxido de carbono.
- En lugar despejado y seguro verificar el buen funcionamiento de los frenos principales y de parada, hacer girar el volante en los dos sentidos a pequeña velocidad o maniobrando las palancas, colocar las diferentes velocidades.

Antes de iniciar, la demolición se neutralizarán los acometidas de las instalaciones, de acuerdo con la compañías suministradoras. Se obturará el alcantarillado y se revisarán los locales del edificio, comprobando que no existe almacenamiento de materiales combustibles o peligrosos, ni otras derivaciones de instalaciones que no procedan de las tomas del edificio, así como si se han vaciado todos los depósitos y tuberías.

▪ *Excavación mecánica de zanjas.*

La Coordinación de Seguridad y Salud en fase de proyecto deberá tener en cuenta en fase de proyecto, todos aquellos aspectos del proceso productivo que, de una u otra forma, pueden poner en peligro la salud e integridad física de los trabajadores o de terceras personas ajenas a la obra. Estos aspectos de carácter técnico son los siguientes:

- La existencia o no de conducciones eléctricas o de gas a fin de solicitar a la compañía correspondiente la posición y solución a adoptar, así como la distancia de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.
- Planos de la existencia de colectores, desagües y galerías de servicios.
- Estudio geológico y geofísico del terreno en el que se va a proceder a la excavación a fin de detectar la presencia de cables o conducciones subterráneas.
- Estudio de las edificaciones colindantes de la zona a excavar.
- Estudio de la climatología del lugar a fin de controlar el agua tanto subterránea como procedente de lluvia.
- Detección de pequeñas cavidades por medio de estudios microgravimétricos.
- Presencia de árboles colindantes con raíces profundas que pueden posibilitar el desprendimiento de la masa de terreno asentado.

Con todos estos datos, se seleccionarán las técnicas más adecuadas a emplear en cada caso concreto, y las que mayores garantías de seguridad ofrezca a los trabajadores que ejecutan la obra.



Se protegerán los elementos de Servicio Público que puedan ser afectados por la excavación, como bocas de riego, tapas, sumideros de alcantarillado, farolas, etc.

Deberán estar perfectamente localizados todos los servicios afectados, ya sea de agua, gas o electricidad que puedan existir dentro del radio de acción de la obra de excavación, y gestionar con la compañía suministradora su desvío o su puesta fuera se servicio.

La zona de trabajo estará rodeada de una valla o verja de altura no menor de 2 m. Las vallas se situarán a una distancia del borde de la excavación no menor de 1,50 m.

Cuando sea previsible el paso de peatones o vehículos junto al borde de la excavación se dispondrá de vallas o palenques móviles que se iluminarán cada 10 metros con puntos de luz portátil y grado de protección no menor de IP-44 según UNE 20.234.

En general las vallas o palenques acotarán no menos de 1 m el pase de peatones y 2 m el de vehículos.

Cuando se tengan que derribar árboles, se acotará la zona, se cortarán por su base atirantándolos previamente y batiéndolos en última instancia.

Se dispondrá en obra, para proporcionar en cada caso, el equipo indispensable y necesario, tales como palas, picos, barras, así como tablones, puntales, y las prendas de protección individual como cascos, gafas, guantes, botas de seguridad homologadas, impermeables y otros medios que puedan servir para eventualidades o socorrer y evacuar a los operarios que puedan accidentarse.

Las excavaciones de zanjas se ejecutarán con una inclinación de talud adecuada a las características del terreno, debiéndose considerar peligrosa toda excavación cuya pendiente sea superior a su talud natural.

En las excavaciones de zanjas se podrán emplear bermas escalonadas, con mesetas no mayores de 1,30 m en cortes actualizados del terreno con ángulo entre 60° y 90° para una altura máxima admisible en función el peso específico del terreno y de la resistencia del mismo.

Cuando no sea posible emplear taludes como medidas de protección contra desprendimiento de tierras en la excavación de zanjas y haya que realizar éstas mediante cortes verticales, deberán se entibadas sus paredes a una profundidad igual o superiores a 1,3 m.

En cortes de profundidad mayor de 1.3 m las entibaciones deberán sobrepasar, como mínimo 20 cm el nivel superior del terreno y 75 cm. en el borde superior de laderas.

En general las entibaciones se quitarán cuando a juicio de la Dirección Facultativa ya no sean necesarias y por franjas horizontales empezando siempre por la parte inferior del corte.

Se evitará golpear la entibación durante las operaciones de excavación. Los codales, o elementos de la misma, no se utilizarán para el acceso o el descenso, ni se utilizarán para la suspensión de conducciones o apoyo de cargas.

No deben retirarse las medidas de protección de una excavación mientras haya operarios trabajando a una profundidad igual o superior a 1,3 m bajo el nivel de terreno.

En excavaciones de profundidad superior a 1,3 m, siempre que hayan operarios trabajando en su interior, se mantendrá uno siempre de retén en el exterior que podrá actuar como ayudante de trabajo y dará la alarma en caso de producirse alguna emergencia.

Las zanjas superiores a 1,3 m de profundidad, estarán provistas de escaleras preferentemente metálicas, que rebasen en un metro el nivel superior del corte,



disponiendo de una escalera por cada 30 m de zanja abierta o fracción de este valor, que deberá estar libre de obstáculos y correctamente arriostrada.

Siempre que sea previsible el paso de peatones o vehículos junto al borde de las zonas de desbroce con corte del terreno, se dispondrán vallas o palenques móviles que se iluminarán cada 10 m con puntos de luz portátil y grado de protección conforme a norma UNE 20.234.

En general las vallas o palenques acotarán no menos de 1 m el paso de peatones y 2 m el de vehículos.

Cuando los vehículos circulen en dirección normal al corte, la zona acotada se ampliará en esa dirección a dos veces la profundidad del corte y no menos de 4 m cuando sea preciso la señalización vial de reducción de velocidad.

El acopio de materiales y las tierras extraídas en desmontes con cortes de profundidad superior a 1,3 m, se dispondrá a distancia no menor de 2 m del borde de corte. Cuando las tierras extraídas estén contaminadas, se desinfectarán, en la medida de lo posible, así como la superficie de las zonas desbrozadas.

Los huecos horizontales que puedan aparecer en el terreno a causa de los trabajos, cuyas dimensiones sean suficientes para permitir la caída de un trabajador, deberán ser tapados al nivel de la cota de trabajo.

Siempre que la posibilidad de caída de altura de un operario sea superior a 2 m, éste utilizará cinturón de sujeción amarrado a punto sólido.

No se suprimirán los elementos atirantados o de arriostramiento en tanto no se supriman o contrarresten las tensiones que inciden sobre ellos.

Se evitará la formación de polvo regando ligeramente la superficie a desbrozar así como las zonas de paso de vehículos rodados.

Se procederá al atirantado de aquellos árboles de gran porte o apuntalados y reforzados los elementos verticales o masas rocosas que eventualmente durante alguna parte de la operación de saneo y retirada, amenacen con equilibrio inestable. Especialmente se reforzará esta medida se la situación se produce por interrupción del trabajo al finalizar la jornada.

Los artefactos o ingenios bélicos que pudieran aparecer, deberán ponerse inmediatamente en conocimiento de la Comandancia más próxima de la Guardia Civil.

La aparición de depósitos o canalizaciones enterradas, así como filtraciones de productos químicos o residuos de plantas industriales próximas al solar a desbrozar, deben ser puestos en conocimiento de la Dirección Facultativa de la obra, para que tome las decisiones oportunas en cuanto a mediciones de toxicidad, límites de explosividad o análisis complementarios, previos a la continuación de los trabajos. De la misma forma se procederá ante la aparición de minas, simas, corrientes subterráneas, pozos, etc.

Los operadores de la maquinaria empleada en las tareas de excavación de zanjas, deberán estar habilitados por escrito para ello y conocer las reglas y recomendaciones que vienen especificadas en el manual de conducción y mantenimiento suministrado por el fabricante de la máquina, asegurándose igualmente de que el mantenimiento ha sido efectuado y que la máquina está a punto para el trabajo.



Antes de poner la máquina en marcha, el operador deberá realizar una serie de controles, de acuerdo con el manual del fabricante, tales como:

- Mirar alrededor de la máquina para observar las posibles fugas de aceite, las piezas o conducciones en mal estado, etc.
- Comprobar los faros, las luces de posición, los intermitentes y luces de freno.
- Comprobar el estado de los neumáticos en cuanto a presión y cortes en los mismos, o estado de las orugas y sus elementos de engarce, en los casos que proceda.
- Todos los dispositivos indicados para las máquinas utilizadas en el desbroce, en el apartado “Medios Auxiliares” deberán estar en su sitio, y en perfectas condiciones de eficacia preventiva.
- Comprobar los niveles de aceite y agua.
- Limpiar los limpiaparabrisas, los espejos y retrovisores antes de poner en marcha la máquina, quitar todo lo que pueda dificultar la visibilidad.
- No dejar trapos en el compartimento del motor.
- El puesto de conducción debe estar limpio, quitar los restos de aceite, grasa o barro del suelo, las zonas de acceso a la cabina y los agarraderos.
- No dejar en el suelo de la cabina de conducción objetos diversos tales como herramientas, trapos, etc. Utilizar para ello la caja de herramientas.
- Comprobar la altura del asiento del conductor, su comodidad y visibilidad desde el mismo.

Al realizar la puesta en marcha e iniciar los movimientos con la máquina, el operador deberá especialmente:

- Comprobar que ninguna persona se encuentra en las inmediaciones de la máquina, y si hay alguien, alertar de la maniobra para que se ponga fuera de su área de influencia.
- Colocar todos los mandos en punto muerto.
- Sentarse antes de poner en marcha el motor.
- Quedarse sentado al conducir.
- Verificar que las indicaciones de los controles son normales.
- No mantener el motor de explosión en funcionamiento en locales cerrados sin el filtro correspondiente que regule las emisiones de monóxido de carbono.
- En lugar despejado y seguro verificar el buen funcionamiento de los frenos principales y de parada, hacer girar el volante en los dos sentidos a pequeña velocidad o maniobrando las palancas, colocar las diferentes velocidades.



En caso de encontrarse con una línea eléctrica no prevista, inicialmente se deberán adoptar algunas de las siguientes medidas preventivas:

- Suspender los trabajos de excavación en las proximidades de la línea.
- Descubrir la línea sin deteriorarla y con suma precaución.
- Proteger la línea para evitar su deterioro, impedir el acceso de personal a la zona e informar a la compañía suministradora.
- Todos los trabajos que se realicen en las proximidades de líneas en tensión, deberán contar la presencia de un vigilante de la compañía suministradora.

5.7.5. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

5.7.5.1. VIAS DE CIRCULACIÓN Y ZONAS PELIGROSAS

Las vías de circulación, incluidas las escaleras, las escaleras fijas y los muelles y rampas de carga deberán estar calculados, situados, acondicionados y preparados para su uso de manera que se puedan utilizar fácilmente, con toda seguridad y conforme al uso al que se les haya destinado y de forma que los trabajadores empleados en las proximidades de estas vías de circulación no corran riesgo alguno.

Las dimensiones de las vías destinadas a la circulación de personas o de mercancías, incluidas aquellas en las que se realicen operaciones de carga y descarga, se calcularán de acuerdo con el número de personas que puedan utilizarlas y con el tipo de actividad.

Cuando se utilicen medios de transporte en las vías de circulación, se deberá prever una distancia de seguridad suficiente o medios de protección adecuados para las demás personas que puedan estar presentes en el recinto.

Se señalizarán claramente las vías y se procederá regularmente a su control y mantenimiento.

Las vías de circulación destinadas a los vehículos deberán estar situadas a una distancia suficiente de las puertas, portones pasos de peatones, corredores y escaleras.

Si en la obra hubiera zonas de acceso limitado, dichas zonas deberán estar equipadas con dispositivos que eviten que los trabajadores no autorizados puedan penetrar en ellas. Se deberán tomar todas las medidas adecuadas para proteger a los trabajadores que estén autorizados a penetrar en las zonas de peligro. Estas zonas deberán estar señalizadas de modo claramente visible.

5.7.5.2. MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA Y EQUIPOS

- Colocar la máquina en terreno llano.
- Bloquear las ruedas o las cadenas.
- Apoyar en el terreno el equipo articulado. Si por causa de fuerza mayor ha de mantenerse levantado, deberá inmovilizarse adecuadamente.
- Desconectar la batería para impedir un arranque súbito de la máquina.
- No permanecer entre las ruedas, sobre las cadenas, bajo la cuchara o el brazo.



- No colocar nunca una pieza metálica encima de los bornes de la batería.
- No utilizar nunca un mechero o cerillas para iluminar el interior del motor.
- Disponer en buen estado de funcionamiento y conocer el manejo del extintor.
- Conservar la máquina en un estado de limpieza aceptable.

5.7.5.3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO GENERAL

El articulado y Anexos del R.D. 1215/97 de 18 de Julio indica la obligatoriedad por parte del empresario de adoptar las medidas preventivas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y salud de los trabajadores al utilizarlos.

Si esto no fuera posible, el empresario adoptará las medidas adecuadas para disminuir esos riesgos al mínimo.

Como mínimo, sólo deberán ser utilizados equipos que satisfagan las disposiciones legales o reglamentarias que les sean de aplicación y las condiciones generales previstas en el Anexo I.

Cuando el equipo requiera una utilización de manera o forma determinada se adoptarán las medidas adecuadas que reserven el uso a los trabajadores especialmente designados para ello.

El empresario adoptará las medidas necesarias para que mediante un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en condiciones tales que satisfagan lo exigido por ambas normas citadas.

Son obligatorias las comprobaciones previas al uso, las previas a la reutilización tras cada montaje, tras el mantenimiento o reparación, tras exposiciones a influencias susceptibles de producir deterioros y tras acontecimientos excepcionales.

Todos los equipos, de acuerdo con el artículo 41 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/95), estarán acompañados de instrucciones adecuadas de funcionamiento y condiciones para las cuales tal funcionamiento es seguro para los trabajadores.

Los artículos 18 y 19 de la citada ley, indican la información y formación adecuadas que los trabajadores deber recibir previamente a la utilización de tales equipos.

El constructor, justificará que todas las máquinas, herramientas, máquinas herramientas y medios auxiliares, tienen su correspondiente certificación –CE- y que el mantenimiento preventivo, correctivo y la reposición de aquellos elementos que por deterioro o desgaste normal de uso, haga desaconsejable su utilización, sea efectivo en todo momento.

Los elementos de señalización se mantendrán en buenas condiciones de visibilidad y en los casos que se considere necesario, se regarán las superficies de tránsito para eliminar los ambientes polvorientos, y con ello la suciedad acumulada sobre tales elementos.

La instalación eléctrica provisional de obra se revisará periódicamente, por parte de un electricista, se comprobarán las protecciones diferenciales, magnetotérmicos, toma de tierra y los defectos de aislamiento.



En las máquinas eléctricas portátiles, el usuario revisará diariamente los cables de alimentación y conexiones; así como el correcto funcionamiento de sus protecciones.

Las instalaciones, máquinas y equipos, incluidas las de mano, deberán:

- Estar bien proyectados y contruidos teniendo en cuenta los principios de la ergonomía.
- Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
- Utilizarse exclusivamente para los trabajos que hayan sido diseñados.
- Ser manejados por trabajadores que hayan sido formados adecuadamente.

Las herramientas manuales serán revisadas diariamente por su usuario, reparándose o sustituyéndose según proceda, cuando su estado denote un mal funcionamiento o represente un peligro para su usuario. (mangos agrietados o astillados).

5.7.5.4. MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARTICULAR A CADA FASE DE OBRA

▪ *Trabajos en redes eléctricas.*

Medidas preventivas de esta fase de obra ya incluidas en el epígrafe de medidas preventivas generales.

▪ *Compactación y consolidación de terrenos.*

Al suspender los trabajos, no deben quedar elementos o cortes del terreno en equilibrio inestable. En caso de imposibilidad material, de asegurar se estabilidad provisional, se aislarán mediante obstáculos físicos y se señalizará la zona susceptible de desplome. En cortes del terreno es una buena medida preventiva asegurar el mantenimiento de la humedad del propio terreno facilitando su cohesión con una cobertura provisional de plástico polietileno de galga 300.

Realizada la excavación y ataluzado de la misma, se efectuará una revisión general de las lesiones ocasionadas en las construcciones circundantes (edificaciones medianeras, sumideros, arquetas, pozos, colectores, servicios urbanos y líneas afectadas), restituyéndolas al estado previo al inicio de los trabajos.

▪ *Demolición mecánica.*

La empresa contratista principal de la demolición, deberá demostrar que dispone de un programa de homologación de proveedores, normalización de herramientas, máquinas herramientas y medios auxiliares, mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo y reposición, de aquellos cuyo deterioro por el desgaste normal de uso, desaconsejara su utilización en la doble vertiente de calidad y seguridad en el trabajo, durante este derribo.

Debe comprobarse que tras la eliminación y descarga de partes de la edificación no se ha dañado directamente por rotura las partes a conservar.



Al suspender los trabajos, no deben quedar partes en equilibrio inestable. En caso de imposibilidad material, se aislará mediante obstáculos físicos y se señalizará la zona susceptible de desplome.

Se procederá a la restitución de la vegetación y árboles de gran porte cuya servidumbre de mantenimiento era previa a la demolición.

Realizada la demolición, se efectuará una revisión general de las lesiones ocasionadas en las construcciones circundantes (edificaciones medianeras, sumideros, arquetas, pozos, colectores, servicios urbanos y líneas afectadas), restituyéndolas al estado previo al inicio de los trabajos.

Se comprobará con posterioridad a la demolición, el mantenimiento de las condiciones de orden legal, servidumbres y derechos que aparecen y desaparecen, como consecuencia de la misma así como las posibles repercusiones de tipo técnico y económico de la nueva situación del solar.

Se comprobará con posterioridad a la demolición, la nueva situación urbanística y su impacto en el entorno por la desaparición de la edificación y la nueva configuración a adoptar con relación a las condiciones de partida previas a la demolición.

- *Excavación mecánica – zanjas.*

La empresa contratista de la excavación, deberá demostrar que dispone de un programa de homologación de proveedores, normalización de herramientas, máquinas herramientas y medios auxiliares, mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo y reposición, de aquellos que por deterioro o desgaste normal de uso, desaconsejara su utilización en la doble vertiente de calidad y seguridad en el trabajo, durante esta excavación.

Los elementos de señalización se mantendrán en buenas condiciones de visibilidad y en los casos que se considere oportuno, se regarán las superficies de tránsito para eliminar los ambientes polvorientos.

Efectuar al menos trimestralmente una revisión a fondo de los elementos de los aparatos de elevación, prestando especial atención a cables, frenos, contactos eléctricos y sistemas de mando.

Se revisarán diariamente las entibaciones antes de iniciar los trabajos.

Se extremará esta precaución cuando los trabajos hayan estado interrumpidos más de un día y/o de alteraciones atmosféricas de lluvias o heladas.

Al suspender los trabajos, no deben quedar elementos o cortes del terreno en equilibrio inestable. En caso de imposibilidad material, de asegurar su estabilidad provisional, se aislarán mediante obstáculos físicos y se señalizará la zona susceptible de desplome. En cortes del terreno es una buena medida preventiva asegurar el mantenimiento de la humedad del propio terreno facilitando su cohesión con una cobertura provisional de plástico polietileno de galga 300.

Realizada la excavación y entibado de la misma, se efectuará una revisión general de las lesiones ocasionadas en las construcciones circundantes (edificaciones medianeras, sumideros, arquetas, pozos, colectores, servicios urbanos y líneas afectadas), restituyéndolas al estado previo al inicio de los trabajos.



5.7.6. VIGILANCIA DE LA SALUD Y PRIMEROS AUXILIOS EN LA OBRA

Indica la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (ley 54/03 del 12 de Diciembre), en su art. 22 que el Empresario deberá garantizar a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes a su trabajo. Esta vigilancia sólo podrá llevarse a efecto con el consentimiento del trabajador exceptuándose, previo informe de los representantes de los trabajadores, los supuestos en los que la realización de los reconocimientos sea imprescindible para evaluar los efectos de las condiciones de trabajo sobre la salud de los trabajadores o para verificar si el estado de la salud de un trabajador puede constituir un peligro para sí mismo, para los demás trabajadores o para otras personas relacionadas con la empresa o cuando está establecido en una disposición legal en relación con la protección de riesgos específicos y actividades de especial peligrosidad.

En todo caso se optará por aquellas pruebas y reconocimientos que produzcan las mínimas molestias al trabajador y que sean proporcionadas al riesgo.

Las medidas de vigilancia de la salud de los trabajadores se llevarán a cabo respetando siempre el derecho a la intimidad y a la dignidad de la persona del trabajador y la confidencialidad de toda la información relacionada con su estado de salud. Los resultados de tales reconocimientos serán puestos en conocimiento de los trabajadores afectados y nunca podrán ser utilizados con fines discriminatorios ni en perjuicio del trabajador.

El acceso a la información médica de carácter personal se limitará al personal médico y a las autoridades sanitarias que lleven a cabo la vigilancia de la salud de los trabajadores, sin que pueda facilitarse al empresario o a otras personas sin conocimiento expreso del trabajador.

No obstante lo anterior, el empresario y las personas y órganos con responsabilidades en materia de prevención serán informados de las conclusiones que se deriven de los reconocimientos efectuados en relación con la aptitud del trabajador para el desempeño del puesto de trabajo o con la necesidad de introducir o mejorar las medidas de prevención y protección, a fin de que puedan desarrollar correctamente sus funciones en materias preventivas.

En los supuestos en que la naturaleza de los riesgos inherentes al trabajo lo haga necesario, el derecho de los trabajadores a la vigilancia periódica de su estado de salud deberá ser prolongado más allá de la finalización de la relación laboral, en los términos que legalmente se determinen.

Las medidas de vigilancia y control de la salud de los trabajadores se llevarán a cabo por personal sanitario con competencia técnica, formación y capacidad acreditada. El R.D. 39/97 de 17 de Enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, establece en su art. 37.3 que los servicios que desarrollen funciones de vigilancia y control de la salud de los trabajadores deberán contar con un médico especialista en Medicina del Trabajo o Medicina de Empresa y un ATS/DUE de empresa, sin perjuicio de la participación de otros profesionales sanitarios con competencia técnica, formación y capacidad acreditada.



La actividad a desarrollar deberá abarcar:

- Evaluación inicial de la salud de los trabajadores después de la incorporación al trabajo o después de la asignación de tareas específicas con nuevos riesgos para la salud.
- Evaluación de la salud de los trabajadores que reanuden el trabajo tras una ausencia prolongada por motivos de salud, con la finalidad de descubrir sus eventuales orígenes profesionales y recomendar una acción apropiada para proteger a los trabajadores. Y, finalmente, una vigilancia de la salud a intervalos periódicos.

La vigilancia de la salud estará sometida a protocolos específicos u otros medios existentes con respecto a los factores de riesgo a los que esté sometido el trabajador. La periodicidad y contenido de los mismos se establecerá por la Administración siguiendo las recomendaciones de las sociedades científicas correspondientes. En cualquier caso incluirán historia clínico-laboral, descripción detallada del puesto de trabajo, tiempo de permanencia en cada uno de ellos.

El personal sanitario del servicio de prevención deberá conocer las enfermedades que se produzcan entre los trabajadores y las ausencias al trabajo por motivos de salud para poder identificar cualquier posible relación entre la causa y los riesgos para la salud que puedan presentarse en los lugares de trabajo.

Este personal prestará los primeros auxilios y la atención de urgencia a los trabajadores víctimas de accidentes o alteraciones en el lugar de trabajo.

El art. 14 del Anexo IV A del R.D. 1627/97 de 24 de Octubre de 1997 por el que se establecen las condiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, indica las características que debe reunir el lugar adecuado para la práctica de los primeros auxilios que habrán de instalarse en aquellas obras en las que por su tamaño o tipo de actividad así lo requieran.

5.7.7. OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO EN MATERIA FORMATIVA ANTES DE INICIAR LOS TRABAJOS

El artículo 19 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/95 de 8 de Noviembre) exige que el empresario, en cumplimiento del deber de protección, deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva, a la contratación, y cuando ocurran cambios en los equipos, tecnologías o funciones que desempeñe.

Tal formación estará centrada específicamente en su puesto o función y deberá adaptarse a la evolución de los riesgos y a la aparición de otros nuevos. Incluso deberá repetirse si se considera necesario.

La formación referenciada deberá impartirse, siempre que sea posible, dentro de la jornada de trabajo, o en su defecto, en otras horas pero con descuento en aquella del tiempo invertido en la misma. Puede impartirla la empresa con sus medios propios o con otros concertados, pero su coste nunca recaerá en los trabajadores. Si se trata de personas que van a desarrollar en la Empresa funciones preventivas de los niveles básicos, intermedio o superior, el R.D. 39/97 por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención indica, en sus Anexos III al VI, los contenidos mínimos de los programas formativos a los que habrá de referirse la formación en materia preventiva.



5.8. LEGISLACIÓN ESPECÍFICA

De la legislación señalada en el Pliego de Condiciones Técnicas, es necesario recordar y señalar el obligado cumplimiento de las referidas a la Seguridad e Higiene en el trabajo, entre otras:

- Ordenanza del trabajo en la construcción.
- Ley 31/1995 de prevención de riesgos laborales.
- R.D. 39/1997 Reglamento de los servicios de prevención.
- R.D. 1627/1997 Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- R.D.1215/1997 Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.



El Ingeniero Técnico Industrial Eléctrico
Roberto Perez Ortiz del Rio

Pamplona, 23 de Marzo de 2014.



6. PRESUPUESTO:



ÍNDICE:

1. CAPÍTULO I: ALUMBRADO3

2. CAPÍTULO II: DISTRIBUCIÓN9

3. CAPÍTULO III: PROTECCIONES EN BAJA TENSIÓN15

4. CAPÍTULO IV: COMPENSACIÓN DE LA ENERGÍA REACTIVA20

5. CAPÍTULO V: PUESTA A TIERRA21

6. CAPÍTULO VI: GRUPO ELECTROGENO22

7. CAPÍTULO VII: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN25

8. CAPÍTULO VIII: PEQUEÑO MATERIAL31

9. CAPÍTULO IX: OBRA CIVIL33

10. CAPÍTULO VIII: SEGURIDAD Y SALUD33

11. RESUMEN DEL PRESUPUESTO34



1. CAPÍTULO I: ALUMBRADO

Nº de orden	Concepto	Cantidad	Precio unitario	Total (€)
1.1	ALUMBRADO INTERIOR			
1.1.1	Ud. Luminaria Philips Impala TBS160 HF-P M6, óptica mate de doble par con rejillas cerradas, IP20, montaje empotrado, para 2 lámparas fluorescentes TL-D de 36W y equipo electrónico de alta frecuencia. Dimensiones 1196x296mm y 80mm de altura. Instalado empotrado en falso techo, incluso conexionado.	9	88,33 €	794,97 €
1.1.2	Ud. Luminaria Philips Impala TBS160 HF-P C3, óptica de alto brillo, IP20, montaje empotrado, para 4 lámparas fluorescentes TL-D de 18W y equipo electrónico de alta frecuencia. Dimensiones 596x596mm y 80mm de altura. Instalado empotrado en falso techo, incluso conexionado.	37	87,60 €	3.241,20 €
1.1.3	Ud. Luminaria downlight Philips Fugato Performance FBS270, óptica mate, IP20, montaje empotrado, para 1 lámpara fluorescente compacta PL-C/2P26W y equipo electrónico de alta frecuencia. Dimensiones Ø244mm y 192mm de altura. Instalado empotrado en falso techo, incluso conexionado.	21	120,45 €	2.529,45 €
1.1.4	Ud. Luminaria downlight Philips Fugato Performance FBS270, óptica mate, IP20, montaje empotrado, para 1 lámpara fluorescente compacta PL-C/2P18W y equipo electrónico de alta frecuencia. Dimensiones Ø244mm y 135mm de altura. Instalado empotrado en falso techo, incluso conexionado.	2	116,80 €	233,60 €
1.1.5	Ud. Luminaria estanca Philips Pacific TCW216 HF-P, IP66, montaje adosado, para 2 lámparas fluorescentes TL-D de 58W y equipo electrónico de alta frecuencia. Dimensiones 1600x140mm y 92mm de altura. Instalado adosado al techo, incluso conexionado.	5	65,70 €	328,50 €



Nº de orden	Concepto	Cantidad	Precio unitario	Total (€)
1.1.6	Ud. Luminaria estanca Philips Pacific TCW216 HF-P, IP66, montaje adosado, para 1 lámpara fluorescente TL-D de 18W y equipo electrónico de alta frecuencia. Dimensiones 690x100mm y 92mm de altura. Instalado adosado al techo, incluso conexionado.	12	43,07 €	516,84 €
1.1.7	Ud. Luminaria estanca Philips Pacific TCW216 HF-P, IP66, montaje adosado, para 2 lámparas fluorescentes TL-D de 18W y equipo electrónico de alta frecuencia. Dimensiones 690x140mm y 92mm de altura. Instalado adosado al techo, incluso conexionado.	5	49,64 €	248,20 €
1.1.8	Ud. Luminaria downlight Philips Europa 2 FBS120, óptica de alta eficiencia con difusor prismático, IP20, montaje empotrado, para 1 lámpara fluorescente compacta PL-C/2P18W y equipo electrónico de alta frecuencia. Dimensiones Ø239mm y 122mm de altura. Instalado empotrado en falso techo, incluso conexionado.	11	74,46 €	819,06 €
1.1.9	Ud. Luminaria estanca Philips Cabana 2 BY150P para grandes alturas, IP65, montaje suspendido, para 1 lámpara de descarga de alta intensidad HPI de 400W y equipo convencional. Dimensiones Ø434mm y 476mm de altura. Instalado suspendido del techo, incluso conexionado.	121	155,49 €	18.814,29 €
1.1.10	Ud. Lámpara fluorescente Philips Master TL-D Xtra de 36W, casquillo G13, forma T8 (26mm), código de color 840, 4000K y flujo luminoso 3350lm. Instalada en portalámparas.	18	6,27 €	112,87 €
1.1.11	Ud. Lámpara fluorescente Philips Master TL-D Xtra de 18W, casquillo G13, forma T8 (26mm), código de color 840, 4000K y flujo luminoso 1350lm. Instalada en portalámparas.	170	6,27 €	1.066,02 €



Nº de orden	Concepto	Cantidad	Precio unitario	Total (€)
1.1.12	Ud. Lámpara fluorescente compacta Philips Master PL-C Xtra 2 Pin de 26W, casquillo G24-d3, base 2 patillas, código de color 840, 4000K y flujo luminoso 1800lm. Instalada en portalámparas.	21	3,72 €	78,03 €
1.1.13	Ud. Lámpara fluorescente compacta Philips Master PL-C Xtra 2 Pin de 18W, casquillo G24-d3, base 2 patillas, código de color 840, 4000K y flujo luminoso 1200lm. Instalada en portalámparas.	13	3,72 €	48,30 €
1.1.14	Ud. Lámpara fluorescente Philips Master TL-D Xtra de 58W, casquillo G13, forma T8 (26mm), código de color 840, 4000K y flujo luminoso 5200lm. Instalada en portalámparas.	10	7,07 €	70,74 €
1.1.15	Ud. Lámpara de halogenuros metálicos Philips Master HPI Plus de 400W, casquillo E40, forma ED-37, código de color 645, 4500K y flujo luminoso 32500lm. Instalada en portalámparas	121	38,68 €	4.680,61 €
1.2	<u>ALUMBRADO EXTERIOR</u>			
1.2.1	Ud. Proyector estanco Philips Tempo 3 RVP351, reflector simétrico de aluminio anodizado, IP65, montaje adosado, para 1 lámpara de descarga de alta intensidad HPI de 400W y equipo convencional. Dimensiones 464x410mm y 146mm de altura. Instalado adosado a pared, incluso conexionado.	19	132,86 €	2.524,34 €
1.2.2	Ud. Aplique exterior estanco Philips SGS113, IP65, montaje adosado, para 1 lámpara de vapor de sodio de alta presión SDW-T50W y equipo electromagnético. Dimensiones 260x324mm y 194mm de altura. Instalado adosado a pared, incluso conexionado.	18	84,68 €	1.524,24 €
1.2.3	Ud. Lámpara de halogenuros metálicos Philips Master HPI Plus de 400W, casquillo E40, forma ED-37, código de color 645, 4500K y flujo luminoso 32500lm. Instalada en portalámparas	19	38,68 €	734,97 €



Nº de orden	Concepto	Cantidad	Precio unitario	Total (€)
1.2.4	Ud. Lámpara de vapor de sodio a alta presión Philips Master SDW-T de 50W, casquillo PG12-1, forma T31 (31mm), código de color 825, 2500K y flujo luminoso 2300lm. Instalada en portalámparas	18	58,03 €	1.044,50 €
1.3	<u>ALUMBRADO DE EMERGENCIA</u>			
1.3.1	Ud. Luminaria autónoma de alumbrado de emergencia Daisalux Hydra N2, montaje empotrado, funcionamiento no permanente, flujo luminoso de 95lm, autonomía 1h, 1 lámpara fluorescente 8W, con piloto led testigo de carga, IP42. Cuerpo rectangular con aristas pronunciadas que consta de una carcasa fabricada en policarbonato y difusor opal en idéntico material. Dimensiones 320x111mm y 65,5mm de fondo. Instalada empotrada en pared, incluso conexionado.	9	31,74 €	285,66 €
1.3.2	Ud. Luminaria autónoma de alumbrado de emergencia Daisalux Hydra N3, montaje empotrado, funcionamiento no permanente, flujo luminoso de 160lm, autonomía 1h, 1 lámpara fluorescente 8W, con piloto led testigo de carga, IP42. Cuerpo rectangular con aristas pronunciadas que consta de una carcasa fabricada en policarbonato y difusor opal en idéntico material. Dimensiones 320x111mm y 65,5mm de fondo. Instalada empotrada en pared, incluso conexionado.	13	36,14 €	469,76 €
1.3.3	Ud. Luminaria autónoma de alumbrado de emergencia Daisalux Hydra N5, montaje empotrado, funcionamiento no permanente, flujo luminoso de 215lm, autonomía 1h, 1 lámpara fluorescente 8W, con piloto led testigo de carga, IP42. Cuerpo rectangular con aristas pronunciadas que consta de una carcasa fabricada en policarbonato y difusor opal en idéntico material. Dimensiones 320x111mm y 65,5mm de fondo. Instalada empotrada en pared, incluso conexionado.	9	45,17 €	406,55 €



Nº de orden	Concepto	Cantidad	Precio unitario	Total (€)
1.3.4	Ud. Luminaria autónoma de alumbrado de emergencia Daisalux Nova N2, montaje adosado, funcionamiento no permanente, flujo luminoso de 95lm, autonomía 1h, 1 lámpara fluorescente 8W, con piloto led testigo de carga, IP44. Cuerpo rectangular con aristas redondeadas que consta de una carcasa fabricada en policarbonato y difusor en idéntico material. Dimensiones 330x95mm y 67mm de fondo. Instalada adosada a pared, incluso conexionado.	10	33,82 €	338,21 €
1.3.5	Ud. Luminaria autónoma de alumbrado de emergencia Daisalux Nova N3, montaje adosado, funcionamiento no permanente, flujo luminoso de 150lm, autonomía 1h, 1 lámpara fluorescente 8W, con piloto led testigo de carga, IP44. Cuerpo rectangular con aristas redondeadas que consta de una carcasa fabricada en policarbonato y difusor en idéntico material. Dimensiones 330x95mm y 67mm de fondo. Instalada adosada a pared, incluso conexionado.	28	40,52 €	1.134,62 €
1.3.6	Ud. Luminaria autónoma de alumbrado de emergencia Daisalux Nova N5, montaje adosado, funcionamiento no permanente, flujo luminoso de 215lm, autonomía 1h, 1 lámpara fluorescente 8W, con piloto led testigo de carga, IP44. Cuerpo rectangular con aristas redondeadas que consta de una carcasa fabricada en policarbonato y difusor en idéntico material. Dimensiones 330x95mm y 67mm de fondo. Instalada adosada a pared, incluso conexionado.	4	44,92 €	179,70 €
1.3.7	Ud. Luminaria autónoma de alumbrado de emergencia Daisalux Nova N6, montaje adosado, funcionamiento no permanente, flujo luminoso de 320lm, autonomía 1h, 1 lámpara fluorescente 8W, con piloto led testigo de carga, IP44. Cuerpo rectangular con aristas redondeadas que consta de una carcasa fabricada en policarbonato y difusor en idéntico material. Dimensiones 330x95mm y 67mm de fondo. Instalada adosada a pared, incluso conexionado.	1	54,69 €	54,69 €



Nº de orden	Concepto	Cantidad	Precio unitario	Total (€)
1.3.8	Ud. Proyector autónomo de alumbrado de emergencia Daisalux Zenit ZG2-2N26, montaje adosado, funcionamiento no permanente, flujo luminoso de 1175lm, autonomía 2h, 2 lámparas fluorescentes 11W, con piloto led testigo de carga, IP42. Bloque decorativo que consta de una caja grande fabricada en PC-ASA, en cuya parte superior se encuentran dos focos rectangulares direccionables con lámparas PL, unidos a la carcasa mediante rótulas cromadas. Dimensiones 307x307mm y 137mm de alto. Instalado adosado a techo, incluso conexionado.	20	250,89 €	5.017,87 €
	SUBTOTAL:		11.7434,52 €	



2. CAPÍTULO II: DISTRIBUCIÓN

Nº de orden	Concepto	Cantidad	Precio unitario	Total (€)
2	<u>DISTRIBUCION</u>			
2.1	<u>CONDUCTORES</u>			
	Conductor de cobre Prysmian Retenax Flex Iris Tech RV-K 0,6/1kV. Conductor de cobre electrolítico recocido, flexible (clase 5 según UNE 21022), no propagador de la llama y reducida emisión de halógenos. Aislamiento en mezcla de polietileno reticulado XLPE y cubierta en mezcla de policloruro de vinilo. Instalado en bandeja, fijado mediante bridas cada 1,5m y conexionado mediante terminales adecuados.			
2.1.1	Ml. Cable unipolar 1x240mm ²	2.309	12,66 €	29.227,78 €
2.1.2	Ml. Cable unipolar 1x185mm ²	480	9,61 €	4.611,26 €
2.1.3	Ml. Cable unipolar 1x150mm ²	80	7,92 €	633,64 €
2.1.4	Ml. Cable unipolar 1x120mm ²	393	6,36 €	2.498,81 €
2.1.5	Ml. Cable unipolar 1x70mm ²	24	3,79 €	90,93 €
2.1.6	Ml. Cable unipolar 1x50mm ²	2.168	2,74 €	5.950,73 €
2.1.7	Ml. Cable unipolar 1x35mm ²	8	2,08 €	16,64 €
2.1.8	Ml. Cable unipolar 1x25mm ²	542	1,52 €	822,97 €
2.1.9	Ml. Cable multipolar 5x35mm ²	68	18,38 €	1.249,69 €
2.1.10	Ml. Cable multipolar 5x25mm ²	193	13,25 €	2.556,45 €
2.1.11	Ml. Cable multipolar 5x16mm ²	95	8,32 €	790,59 €
2.1.12	Ml. Cable multipolar 5x10mm ²	60	5,48 €	328,72 €
2.1.13	Ml. Cable multipolar 5x6mm ²	242	3,40 €	822,35 €
2.1.14	Ml. Cable multipolar 5x2,5mm ²	1.272	1,73 €	2.205,33 €
2.1.15	Ml. Cable multipolar 5x1,5mm ²	1.133	1,47 €	1.670,72 €



Nº de orden	Concepto	Cantidad	Precio unitario	Total (€)
	Conductor de cobre Prysmian Pirepol Flexible H07V-K 450/750V. Conductor de cobre electrolítico recocido, flexible (clase 5 según UNE 21022), no propagador de la llama y reducida emisión de halógenos. Aislamiento en mezcla de policloruro de vinilo. Instalado en tubo y conexionado mediante terminales adecuados.			
2.1.16	Ml. Cable unipolar 1x2,5mm ²	546	0,55 €	302,92 €
2.1.17	Ml. Cable unipolar 1x1,5mm ²	2.736	0,46 €	1.258,29 €
	Canalización prefabricada (blindobarra) Canalis KS de Schneider Electric, de aluminio, libre de halógenos, IP55, contactos fabricados en cobre plateado, tensión de aislamiento 690V, compuesto por elementos rectos de 5m de longitud. Instalado fijado a estructura metálica, incluso conexionado, soportes y accesorios de fijación.			
2.1.18	Ml. Canalis KS 3P+N+T 800A	140	182,22 €	25.511,16 €
2.1.19	Ml. Canalis KS 3P+N+T 400A	50	126,23 €	6.311,58 €



Nº de orden	Concepto	Cantidad	Precio unitario	Total (€)
2.2	<u>CANALIZACIONES</u>			
2.2.1	Ml. Tubo de polietileno corrugado con estructura de doble pared, lisa por el interior y corrugada por el exterior, de Ø225mm. Instalado en canalización subterránea, incluso sellado, instalación y acondicionamiento de los pasos a través de elementos de la construcción, y retirada de material sobrante.	15	2,91 €	43,58 €
	Tubo liso de PVC rígido no propagador de la llama, enchufable y curvable en caliente. Instalado adosado a paredes y estructura metálica, incluso fijaciones, prensaestopas, codos, curvas, material complementario, acondicionamiento de los pasos a través de elementos de la construcción, y retirada de material sobrante.			
2.2.2	Ml. Tubo Ø20mm	494	0,78 €	385,86 €
2.2.3	Ml. Tubo Ø16mm	1.675	0,61 €	1.014,88 €
	Tubo corrugado de PVC flexible no propagador de la llama. Instalado empotrado en tabiquería y fals techo, incluso fijaciones, prensaestopas, material complementario, acondicionamiento de los pasos a través de elementos de la construcción, y retirada de material sobrante.			
2.2.4	Ml. Tubo Ø20mm	447	0,23 €	104,42 €
2.2.5	Ml. Tubo Ø16mm	105	0,21 €	22,23 €



Nº de orden	Concepto	Cantidad	Precio unitario	Total (€)
	Bandeja de rejilla Performa de Schneider Electric fabricada con alambre de acero galvanizado en caliente. Instalado adosado a pared, incluso curvas, 'T's, accesorios de unión, tornillería, soportes de fijación a pared o estructura metálica, acondicionados los pasos a través de elementos de la construcción y retirado el material sobrante.			
2.2.6	Ml. Bandeja de rejilla 105x600mm	10	34,24 €	342,37 €
2.2.7	Ml. Bandeja de rejilla 105x400mm	60	26,39 €	1.583,37 €
2.2.8	Ml. Bandeja de rejilla 105x300mm	35	21,39 €	748,62 €
2.2.9	Ml. Bandeja de rejilla 70x150mm	24	9,27 €	222,50 €
2.2.10	Ml. Bandeja de rejilla 35x200mm	88	7,96 €	700,22 €
2.2.11	Ml. Bandeja de rejilla 35x150mm	90	7,88 €	709,56 €
2.2.12	Ml. Bandeja de rejilla 35x100mm	423	6,02 €	2.547,52 €
2.2.13	Ml. Bandeja de rejilla 35x50mm	427	5,18 €	2.213,14 €
2.3	<u>ARMARIOS Y CAJAS DE DERIVACION</u>			
2.3.1	Ud. Armario modular Prisma Plus Sistema P de Schneider Electric, de chapa metálica IP30, con puerta transparente de cristal, de dimensiones 2000x1450x600mm (alto x ancho x fondo), incluyendo placa de montaje, chasis, carriles DIN, tapas de protección, embarrados, cableado, señalización y etiquetado de cables y protecciones, elementos de fijación y peqeño material.	3	2.646,42 €	7.939,25 €



Nº de orden	Concepto	Cantidad	Precio unitario	Total (€)
2.3.2	Ud. Armario modular Prisma Plus Sistema G de Schneider Electric, de chapa metálica IP30, con puerta transparente de cristal, de dimensiones 1680x600x200mm (alto x ancho x fondo), incluyendo placa de montaje, chasis, carriles DIN, tapas de protección, embarrados, cableado, señalización y etiquetado de cables y protecciones, elementos de fijación y pequeño material.	4	909,32 €	3.637,30 €
2.3.3	Ud. Cofret modular Kaedra de Schneider Electric, de material aislante, IP30, de dimensiones 460x236x160mm (alto x ancho x fondo), incluyendo carril DIN, 1 toma de corriente industrial 3P+N+T 32A, 2 tomas de corriente industriales P+N+T 16A, cableado, señalización y etiquetado de cables y protecciones, elementos de fijación y pequeño material.	14	29,46 €	412,48 €
2.3.4	Ud. Caja para bornas en policarbonato IP67, IK08. Dimensiones 200x200x130mm. Con marco de extensión, tapa opaca, carril DIN, regleta de bornas y sistema de fijación. Incluido colocación, fijación y conexionado.	14	16,45 €	230,26 €
2.3.5	Ud. Caja de alimentación en extremo para Canalis KS 3P+N+T de 800A. De dimensiones 582x500mm y 370mm de fondo. Instalada en extremo de línea de blindobarra, incluso conexionada, soportes y dispositivos de fijación.	2	210,14 €	420,28 €



Nº de orden	Concepto	Cantidad	Precio unitario	Total (€)
2.3.6	Ud. Caja de alimentación en extremo para Canalis KS 3P+N+T de 400A. De dimensiones 406x393mm y 213mm de fondo. Instalada en extremo de línea de blindobarra, incluso conexionada, soportes y dispositivos de fijación.	1	157,13 €	157,13 €
2.3.7	Ud. Cofret metálico seccionador para derivación de Canalis KS 3P+N+T, equipado con bases para fusibles de cuchillas. Instalada en línea de blindobarra, incluso conexionado, soportes y dispositivos de fijación.	17	133,61 €	2.271,40 €
	Cofret de policarbonato IP65, dimensiones 248x98mm y 65mm de fondo. Con marco para albergar pulsadores. Instalada adosada a pared, incluso conexionado, soportes y dispositivos de fijación.			
2.3.8	Ud. Cofret con 4 pulsadores	1	17,34 €	17,34 €
2.3.9	Ud. Cofret con 3 pulsadores	1	14,93 €	14,93 €
2.3.10	Ud. Cofret con 2 pulsadores	3	12,52 €	37,56 €
	SUBTOTAL:			112.636,76 €



3. CAPÍTULO III: PROTECCIONES EN BAJA TENSIÓN

Nº de orden	Concepto	Cantidad	Precio unitario	Total (€)
3	<u>PROTECCIONES EN BAJA TENSION</u>			
3.1	<u>CORTE GENERAL</u>			
	Interruptor en carga Interpact INS de Schneider Electric, seccionamiento con corte plenamente visible, tensión asignada de empleo de 500V, resistencia a los impulsos de tensión 8kV y mando rotativo frontal. Instalado en carril DIN o chasis, incluso conexionado.			
3.1.1	Ud. INS 4P 2500A	1	2.780,69 €	2.780,69 €
3.1.2	Ud. INS 4P 2000A	1	2.635,73 €	2.635,73 €
3.1.3	Ud. INS 4P 800A	1	901,47 €	901,47 €
3.1.4	Ud. INS 4P 125A	1	85,65 €	85,65 €
3.1.5	Ud. INS 4P 100A	1	78,40 €	78,40 €
3.1.6	Ud. INS 4P 50A	14	67,78 €	948,93 €
3.1.7	Ud. INS 4P 40A	2	46,68 €	93,37 €
3.2	<u>PROTECCION MAGNETOTERMICA</u>			
	Interruptor automático caja moldeada Compact de Schneider Electric, con unidad de control electrónica. Doble apertura rotativa, indicador de tensión, cubre bornes, contactos auxiliares. Instalado en chasis, incluso conexionado y accesorios de fijación.			
3.2.1	Ud. NS2000N 4P 2000A 70kA	1	7.858,71 €	7.858,71 €
3.2.2	Ud. NS1250N 3P 1250A 50kA	1	4.435,25 €	4.435,25 €
3.2.3	Ud. NS800N 4P 800A 50kA	3	4.038,27 €	12.114,80 €
3.2.4	Ud. NSX400N 4P 400A 50kA	1	2.116,30 €	2.116,30 €
3.2.5	Ud. NSX160F 4P 125A 36kA	1	682,49 €	682,49 €
3.2.6	Ud. NSX100F 4P 100A 36kA	1	643,66 €	643,66 €
3.2.7	Ud. NSX100F 4P 40A 36kA	2	419,47 €	838,93 €



Nº de orden	Concepto	Cantidad	Precio unitario	Total (€)
	Interruptor automático magnetotérmico modular NG125 de Schneider Electric. Maneta de tres posiciones, indicador mecánico rojo de disparo, botón de test. Instalado en carril DIN, incluso conexionado.			
3.2.8	Ud. NG125N 4P 100A 25kA curva C	4	272,30 €	1.089,20 €
3.2.9	Ud. NG125N 4P 80A 25kA curva D	1	323,34 €	323,34 €
3.2.10	Ud. NG125N 4P 50A 25kA curva D	1	295,77 €	295,77 €
	Interruptor automático magnetotérmico modular C120 de Schneider Electric. Instalado en carril DIN, incluso conexionado.			
3.2.11	Ud. C120N 4P 80A 10kA curva D	2	287,50 €	575,01 €
3.2.12	Ud. C120N 4P 80A 10kA curva C	1	233,34 €	233,34 €
	Interruptor automático magnetotérmico modular C60 de Schneider Electric. Instalado en carril DIN, incluso conexionado.			
3.2.12	Ud. C60L 4P 25A 25kA curva D	2	220,20 €	440,41 €
3.2.13	Ud. C60L 4P 16A 25kA curva D	6	209,90 €	1.259,38 €
3.2.14	Ud. C60L 4P 10A 25kA curva C	18	179,11 €	3.223,90 €
3.2.15	Ud. C60L 2P 6A 25kA curva C	5	100,00 €	499,98 €
3.2.16	Ud. C60L 2P 10A 25kA curva C	2	87,42 €	174,85 €
3.2.17	Ud. C60N 4P 32A 10kA curva C	14	81,24 €	1.137,38 €
3.2.18	Ud. C60N 4P 16A 10kA curva D	30	146,70 €	4.401,02 €
3.2.19	Ud. C60N 4P 10A 10kA curva C	3	72,23 €	216,68 €



Nº de orden	Concepto	Cantidad	Precio unitario	Total (€)
3.2.20	Ud. C60N 2P 16A 10kA curva C	14	34,88 €	488,31 €
3.2.21	Ud. C60N 2P 10A 10kA curva C	14	34,26 €	479,62 €
3.2.22	Ud. C60N 2P 6A 10kA curva C	8	37,57 €	300,58 €
	Fusible Telergon Serie NV, NH gL/gG, 500V, capacidad de ruptura 120kA. Instalado en base portafusibles.			
3.2.23	Ud. Fusible NV 160A	4	4,62 €	18,48 €
3.2.24	Ud. Fusible NV 125A	16	4,62 €	73,93 €
3.2.25	Ud. Fusible NV 100A	16	3,50 €	56,06 €
3.2.26	Ud. Fusible NV 80A	8	3,50 €	28,03 €
3.2.27	Ud. Fusible NV 40A	20	3,50 €	70,08 €
3.2.28	Ud. Fusible NV 16A	4	3,50 €	14,02 €
3.3	<u>PROTECCION DIFERENCIAL</u>			
3.3.1	Ud. Unidad de control Micrologic 7.0A con protección diferencial para interruptor automático Compact NS de 630A a 3200A de Schneider Electric. Sensibilidad regulable de 0,5A a 30A, temporización regulable de 60ms a 800ms. Protección contra sobrecargas, cortocircuitos, defectos a tierra, protección diferencial residual y protección del neutro. Inmunizado contra los riesgos de disparos intempestivos. Señalización de defectos mediante leds y botón de test. Con transformador sumador de intensidad. Instalado y conexionado en interruptor automático.	4	4.904,78 €	19.619,13 €



Nº de orden	Concepto	Cantidad	Precio unitario	Total (€)
3.3.2	Ud. Bloque diferencial Vigi MB de Schneider Electric para interruptor automático Compact NS de 400A a 630A, sensibilidad regulable de 0,3A a 30A, temporización regulable. Instalado interruptor automático, incluso conexionado.	1	1.823,25 €	1.823,25 €
3.3.3	Ud. Bloque diferencial Vigi MH de Schneider Electric para interruptor automático Compact NS hasta 250A, sensibilidad regulable de 0,03A a 10A, temporización regulable. Instalado interruptor automático, incluso conexionado.	4	928,30 €	3.713,22 €
	Bloque diferencial Vigi clase A de Schneider Electric para interruptor automático NG125, sensibilidad 300mA. Instalado en carril DIN, incluso conexionado.			
3.3.2	Ud. Vigi NG125 4P 125A 300mA	4	271,64 €	1.086,56 €
3.3.3	Ud. Vigi NG125 4P 63A 300mA	1	247,67 €	247,67 €
3.3.4	Ud. Bloque diferencial Vigi clase AC de Schneider Electric para interruptor automático C120, 125A, 4 polos, sensibilidad 300mA. Instalado en carril DIN, incluso conexionado.	3	186,83 €	560,49 €
	Interruptor diferencial ID de Schneider Electric, clase AC. Instalado en carril DIN, incluso conexionado.			
3.3.5	Ud. Diferencial ID 4P 80A 300mA	1	338,42 €	338,42 €
3.3.6	Ud. Diferencial ID 4P 63A 300mA	2	208,62 €	417,24 €



Nº de orden	Concepto	Cantidad	Precio unitario	Total (€)
3.3.7	Ud. Diferencial ID 4P 40A 300mA	7	158,22 €	1.107,54 €
3.3.8	Ud. Diferencial ID 4P 63A 30mA	16	405,91 €	6.494,55 €
3.3.9	Ud. Diferencial ID 4P 40A 30mA	6	187,09 €	1.122,55 €
3.3.10	Ud. Diferencial ID 2P 63A 30mA	1	248,59 €	248,59 €
3.3.11	Ud. Diferencial ID 2P 40A 30mA	11	100,41 €	1.104,53 €
	SUBTOTAL:			89.497,50 €



4. CAPÍTULO IV: COMPENSACIÓN DE LA ENERGÍA REACTIVA

Nº de orden	Concepto	Cantidad	Precio unitario	Total (€)
4	<u>COMPENSACION DE LA ENERGIA REACTIVA</u>			
4.1	<u>COMPENSACION GLOBAL</u>			
4.1.1	Ud. Batería automática de condensadores Rectimat 2 Estándar de Schneider Electric, de 480kVAr, escalones de regulación de 30+30+60+90+90+90+90kVAr, en armario de chapa IP31 de dimensiones 2100x1600mm y 500mm de fondo. Instalada y conexionada.	1	7.657,70 €	7.657,70 €
4.2	<u>COMPENSACION DEL TRANSFORMADOR</u>			
4.2.1	Ud. condensador Varplus estándar de Schneider Electric, 100kVAr, 400V, de dimensiones 460x544mm y 215mm de fondo. Instalado y conexionado.	1	1.211,80 €	1.211,80 €
	SUBTOTAL:			8.869,50 €



5. CAPÍTULO V: PUESTA A TIERRA

Nº de orden	Concepto	Cantidad	Precio unitario	Total (€)
5	<u>PUESTA A TIERRA</u>			
5.1	<u>PUESTA A TIERRA DE LA NAVE</u>			
5.1.1	Ud. Pica de acero recubierto de cobre por electólisis de KLK, de 2m de longitud y 14,6mm de diámetro. Con punta de penetración, sufridera, herrajes y conectores de acero inoxidable y manguitos de acoplamiento. Incluido clavado, conexionado, instalación y soldaduras aluminotérmicas.	10	18,10 €	181,04 €
5.1.2	MI. Trenza de cobre desnudo de AEMSA. Con hilos de 0,15mm de diámetro, de dimensiones 30x3,5mm y sección equivalente de 50mm ² . Con terminales de conexión. Incluido colocación, conexionado y retirada de material sobrante.	360	4,64 €	1.671,41 €
5.1.3	Ud. Caja de seccionamiento y medida de puesta a tierra CST-50 de Uriarte. Caja de poliéster reforzado con fibra de vidrio, tapa de policarbonato incoloro, para cable de hasta 50mm ² , de dimensiones 135x180x130mm. Instalada adosada a pared, incluso accesorios de fijación y conexionado.	1	32,44 €	32,44 €
	SUBTOTAL:			1.884,89 €



6. CAPÍTULO VI: GRUPO ELECTROGENO

Nº de orden	Concepto	Cantidad	Precio unitario	Total (€)
6	<u>GRUPO ELECTROGENO</u>			
6.1	<u>OBRA CIVIL</u>			
6.1.1	Ud. Excavación en el terreno de foso de dimensiones 7,5x5,5m y 0,7m de profundidad, y disposición de lecho de arena lavada y nivelada de 15cm de espesor. Incluido retirada y escombrado del volumen total de tierra.	1	1.311,91 €	1.311,91 €
6.1.2	Ud. Edificio prefabricado de hormigón modular de Schneider Electric. Dimensiones 6750x4500mm y 3300mm de altura. Con cuba de recogida de aceite, rejillas de ventilación, puerta frontal de peatón, salida de humos. Incluido traslado y colocación.	1	16.562,90 €	16.562,90 €
6.2	<u>GRUPO ELECTROGENO</u>			
6.2.1	Ud. Grupo electrógeno FGWilson de 1600kVA, 380/415V 50Hz, motor perkins 1500rpm, consumo 350,4l/h, alternador LL9124H, de dimensiones 5198x2201mm y 2484mm de alto, con cuadro de control. Instalado y conexionado.	1	87.958,60 €	87.958,60 €



Nº de orden	Concepto	Cantidad	Precio unitario	Total (€)
6.3	<u>PUESTA A TIERRA DEL GRUPO ELECTROGENO</u>			
6.3.1	Ud. Pica de acero recubierto de cobre por electólisis de KLK, de 2m de longitud y 14,6mm de diámetro. Con punta de penetración, sufridera, herrajes y conectores de acero inoxidable y manguitos de acoplamiento. Incluido clavado, conexionado, instalación y soldaduras aluminotérmicas.	8	18,10 €	144,83 €
6.3.2	MI. Trenza de cobre desnudo de AEMSA. Con hilos de 0,15mm de diámetro, de dimensiones 30x3,5mm y sección equivalente de 50mm ² . Con terminales de conexión. Incluido colocación, conexionado y retirada de material sobrante.	66	4,64 €	306,42 €
6.3.3	Ud. Caja de seccionamiento y medida de puesta a tierra CST-50 de Uriarte. Caja de poliester reforzado con fibra de vidrio, tapa de policarbonato incoloro, para cable de hasta 50mm ² , de dimensiones 135x180x130mm. Instalada adosada a pared, incluso accesorios de fijación y conexionado.	2	32,44 €	64,88 €



N° de orden	Concepto	Cantidad	Precio unitario	Total (€)
6.3.4	MI. Conductor de cobre Prysmian Retenax Flex Iris Tech RV-K 0,6/1kV, 1x50mm ² . Conductor de cobre electrolítico recocido, flexible (clase 5 según UNE 21022), no propagador de la llama y reducida emisión de halógenos. Aislamiento en mezcla de polietileno reticulado XLPE y cubierta en mezcla de policloruro de vinilo. Instalado en bandeja, fijado mediante bridas cada 1,5m y conexionado mediante terminales adecuados.	20	2,74 €	54,90 €
6.3.5	MI. Tubo de polietileno corrugado con estructura de doble pared, lisa por el interior y corrugada por el exterior, de Ø25mm. Instalado en canalización subterránea, incluso sellado, instalación y acondicionamiento de los pasos a través de elementos de la construcción, y retirada de material sobrante.	12	0,26 €	3,15 €
	SUBTOTAL:			106.407,60 €



7. CAPÍTULO VII: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Nº de orden	Concepto	Cantidad	Precio unitario	Total (€)
7	<u>CENTRO DE TRANSFORMACION</u>			
7.1	<u>OBRA CIVIL</u>			
7.1.1	Ud. Excavación en el terreno de foso de dimensiones 3,5x5,5m y 0,7m de profundidad para alojar el edificio prefabricado compacto EHC4, con un lecho de arena nivelada de 15cm (quedando una profundidad de foso libre de 53cm) y acondicionamiento perimetral una vez montado. Incluido retirada y escombrado del volumen total de tierra.	1	918,34 €	918,34 €
7.1.2	Ud. Edificio prefabricado de hormigón compacto modelo EHC-4T1D de Schneider Electric, de dimensiones exteriores 4830x2500mm y altura útil 2535mm. Con cuba de recogida de aceite, rejillas de ventilación adaptadas para transformador de 1600kVA, puerta frontal de peatón y puerta para máquina. Incluido traslado y colocación.	1	10.685,74 €	10.685,74 €
7.2	<u>APARAMENTA DE ALTA TENSION</u>			
7.2.1	Ud. Cabina de interruptor de línea Schneider Electric gama SM6, modelo IM, referencia SIM16, aislamiento 24kV, con interruptor-seccionador en SF6 de 400A con mando CIT manual, seccionador de puesta a tierra, juego de barras tripolar e indicadores testigo presencia de tensión instalados. Instalada y conexionada.	1	2.027,94 €	2.027,94 €



Nº de orden	Concepto	Cantidad	Precio unitario	Total (€)
7.2.2	Ud. Cabina disyuntor Schneider Electric gama SM6, modelo DM1C, referencia SDM1CX16, aislamiento 24kV, con seccionador en SF6 con mando CS1, disyuntor tipo SFSET 400A en SF6 con mando RI manual, con bobina de apertura Mitop y bobina de apertura adicional para protección térmica, s.p.a.t., captadores de intensidad, relé VIP 40 para protección indirecta y enclavamientos instalados. Instalada y conexionada.	1	8.787,01 €	8.787,01 €
7.2.3	Ud. Cabina de medida Schneider Electric gama SM6, modelo GBC2C, referencia SGBC2C3316, aislamiento 24kV, equipada con tres transformadores de intensidad y tres de tensión, entrada y salida por cable seco. Instalada y conexionada.	1	5.542,89 €	5.542,89 €
7.3	<u>TRANSFORMADOR</u>			
7.3.1	Ud. Transformador trifásico reductor tipo seco encapsulado clase F, interior e IP00, de Schneider Electric (según Norma UNE 21538). Bobinado continuo de gradiente lineal sin entrecapas. Potencia nominal: 1600kVA. Relación: 13,2/0,42kV. Tensión secundaria vacío: 420 V. Tensión cortocircuito: 6%. Regulación: +/-2,5%, +/-5%. Grupo conexión: Dyn11. Instalado, anclado y conexionado.	1	24.532,67 €	24.532,67 €
7.3.2	Ud. Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20kV, de 95mm ² en Al con sus correspondientes elementos de conexión. Instalado en foso de centro de transformación y conexionado.	1	164,47 €	164,47 €
7.3.3	Ud. Juego de puentes de cables BT unipolares de aislamiento seco 0,6/1kV de Cu, de 4x(5x240)mm ² con sus correspondientes elementos de conexión. Instalado en bandeja y conexionado.	1	253,16 €	253,16 €



Nº de orden	Concepto	Cantidad	Precio unitario	Total (€)
7.3.4	Ud. Equipo de sondas PT100 de temperatura y termómetro digital MB103 para protección térmica de transformador, y sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, protegidas contra sobreintensidades, instalados.	1	237,98 €	237,98 €
7.4	<u>APARAMENTA DE BAJA TENSION Y EQUIPO DE MEDIDA</u>			
7.4.1	Ud. Armario modular Prisma Plus Sistema P de Schneider Electric, de chapa metálica IP30, con puerta transparente de cristal, de dimensiones 2000x1450x600mm (alto x ancho x fondo), incluyendo placa de montaje, chasis, carriles DIN, tapas de protección, embarrados, cableado, señalización y etiquetado de cables y protecciones, elementos de fijación y pequeño material.	1	2.646,42 €	2.646,42 €
7.4.2	Ud. Inversor automático de redes Schneider Electric Masterpact NT, formado por 2 aparatos fijos de bastidor abierto con interenclavamiento por cables. Doble apertura rotativa, indicador de tensión, cubre bornes, contactos auxiliares. Instalado en chasis, incluso conexionado y accesorios de fijación.	1	1.668,27 €	1.668,27 €
7.4.3	Ud. Interruptor automático caja moldeada Compact NS2500N de Schneider Electric, con unidad de control electrónica. 2500A, 4 polos, 70kA. Doble apertura rotativa, indicador de tensión, cubre bornes, contactos auxiliares. Instalado en chasis, incluso conexionado y accesorios de fijación.	1	10.078,56 €	10.078,56 €



Nº de orden	Concepto	Cantidad	Precio unitario	Total (€)
7.4.4	Ud. Unidad de control Micrologic 7.0A con protección diferencial para interruptor automático Compact NS de Schneider Electric. Sensibilidad regulable de 0,5A a 30A, temporización regulable de 60ms a 800ms. Protección contra sobrecargas, cortocircuitos, defectos a tierra, protección diferencial residual y protección del neutro. Inmunizado contra los riesgos de disparos intempestivos. Señalización de defectos mediante leds y botón de test. Con transformador sumador de intensidad. Instalado y conexionado en interruptor automático.	1	4.904,78 €	4.904,78 €
7.4.5	Ud. Interruptor automático caja moldeada Compact NSX250N de Schneider Electric, con unidad de control electrónica. 250A, 3 polos, 50kA. Doble apertura rotativa, indicador de tensión, cubre bornes, contactos auxiliares. Instalado en chasis, incluso conexionado y accesorios de fijación.	1	1.504,17 €	1.504,17 €
7.4.6	Ud. Interruptor automático magnetotérmico modular NG125L de Schneider Electric. 20A, 2 polos, 50kA, curva C. Maneta de tres posiciones, indicador mecánico rojo de disparo, botón de test. Instalado en carril DIN, incluso conexionado.	1	115,81 €	115,81 €
7.4.7	Ud. Bloque diferencial Vigi clase AC de Schneider Electric para interruptor automático NG125, sensibilidad 30mA, 2 polos. Instalado en carril DIN, incluso conexionado.	1	179,01 €	179,01 €
	Interruptor automático magnetotérmico modular C60 de Schneider Electric. Instalado en carril DIN, incluso conexionado.			
7.4.8	Ud. C60H 2P 16A 15kA curva C	1	39,06 €	39,06 €



Nº de orden	Concepto	Cantidad	Precio unitario	Total (€)
7.4.9	Ud. C60H 2P 10A 15kA curva C	1	38,30 €	38,30 €
7.4.10	Ud. C60H 2P 6A 15kA curva C	1	41,86 €	41,86 €
7.4.11	Ud. Cuadro contador tarifificador electrónico multifunción, un registrador electrónico y una regleta de verificación. Todo ello en el interior de un armario homologado para contener estos equipos.	1	682,55 €	682,55 €
7.5	<u>PUESTA A TIERRA DEL CENTRO DE TRANSFORMACION</u>			
7.5.1	Ud. Pica de acero recubierto de cobre por electólisis de KLK, de 2m de longitud y 14,6mm de diámetro. Con punta de penetración, sufridera, herrajes y conectores de acero inoxidable y manguitos de acoplamiento. Incluido clavado, conexionado, instalación y soldaduras aluminotérmicas.	8	18,10 €	144,83 €
7.5.2	Ml. Trenza de cobre desnudo de AEMSA. Con hilos de 0,15mm de diámetro, de dimensiones 30x3,5mm y sección equivalente de 50mm ² . Con terminales de conexión. Incluido colocación, conexionado y retirada de material sobrante.	55	4,64 €	255,35 €
7.5.3	Ud. Caja de seccionamiento y medida de puesta a tierra CST-50 de Uriarte. Caja de poliéster reforzado con fibra de vidrio, tapa de policarbonato incoloro, para cable de hasta 50mm ² , de dimensiones 135x180x130mm. Instalada adosada a pared, incluso accesorios de fijación y conexionado.	2	32,44 €	64,88 €



Nº de orden	Concepto	Cantidad	Precio unitario	Total (€)
7.5.4	Ml. Conductor de cobre Prysmian Retenax Flex Iris Tech RV-K 0,6/1kV, 1x50mm ² . Conductor de cobre electrolítico recocido, flexible (clase 5 según UNE 21022), no propagador de la llama y reducida emisión de halógenos. Aislamiento en mezcla de polietileno reticulado XLPE y cubierta en mezcla de policloruro de vinilo. Instalado en bandeja, fijado mediante bridas cada 1,5m y conexionado mediante terminales adecuados.	15	2,74 €	41,17 €
7.5.5	Ml. Tubo de polietileno corrugado con estructura de doble pared, lisa por el interior y corrugada por el exterior, de Ø25mm. Instalado en canalización subterránea, incluso sellado, instalación y acondicionamiento de los pasos a través de elementos de la construcción, y retirada de material sobrante.	10	0,26 €	2,63 €
	SUBTOTAL:			75.557,85 €



8. CAPÍTULO IIX: PEQUEÑO MATERIAL

Nº de orden	Concepto	Cantidad	Precio unitario	Total (€)
8	<u>PEQUEÑO MATERIAL</u>			
8.1	<u>MECANISMOS</u>			
8.1.1	Ud.Interruptor bipolar con piloto de localización de Schneider Electric serie Unica, 16A, con garras para fijación en el interior de la pared. Con embellecedor de color blanco. Incluido colocación, fijación y conexionado.	29	8,18 €	237,10 €
8.1.2	Ud.Interruptor bipolar con piloto de localización estanco de Legrand serie Mosaic, 16A, con caja IP65 para colocación en superficie. Incluido colocación, fijación y conexionado.	3	10,69 €	32,08 €
8.1.3	Ud.Interruptor conmutador de cruzamiento con piloto de localización de Schneider Electric serie Unica, de 16A, con garras para fijación en el interior de la pared. Con embellecedor de color blanco. Incluido colocación, fijación y conexionado.	12	5,00 €	60,01 €



Nº de orden	Concepto	Cantidad	Precio unitario	Total (€)
8.1.4	Ud.Base de empotrar de Schneider Electric serie Unica, IP44, monofásica (2P+T), de 16A y 250V. Con bornes de apriete posterior, placa frontal embellecedora y elementos de fijación. Includo acondicionamiento de elementos de la construcción, colocación fijación e instalación.	31	3,15 €	97,76 €
8.1.5	Ud.Base de superficie estanca Legrand serie Mosaic, monofásica (2P+T), de 16A y 250V. Con caja IP65 para colocación en superficie. Includo colocación fijación e instalación.	3	4,92 €	14,76 €
8.1.6	Ud.Caja estanca de empalme y derivación IP54, redonda con conos para entrada y salida de cables. Dimensiones Ø77mm y 40mm de fondo. Fabricada en PVC. Includo colocación, fijación y conexionado.	35	0,64 €	22,23 €
8.2	<u>APARAMENTA DE MANDO</u>			
8.2.1	Ud.Telerruptor TL de Schneider Electric, 1 polo, 16A, 230V. Instalado en carril DIN, incluso conexionado.	21	23,59 €	495,31 €
8.2.2	Ud. Pulsador BP de Schneider Electric, NA, simple, 20A. Instalado en carril DIN, incluso conexionado.	15	13,59 €	203,78 €
	SUBTOTAL:			1.163,04 €



9. CAPÍTULO IX: OBRA CIVIL

Nº de orden	Concepto	Cantidad	Precio unitario	Total (€)
9	<u>OBRA CIVIL</u>			
9.1	<u>OBRA CIVIL</u>			
9.1.1	M ³ Excavación de zanja en el terreno para conducción eléctrica. Profundidad máxima de 1m y anchura de 1m. Incluido colocación de ladrillos o rasillas de protección y cinta de señalización y cubrimiento posterior de la zanja.	12	8,76	105,12 €
	SUBTOTAL:			105,12 €

10. CAPÍTULO X: SEGURIDAD Y SALUD

Nº de orden	Concepto	Cantidad	Precio unitario	Total (€)
10	<u>SEGURIDAD Y SALUD</u>			
10.1	<u>SEGURIDAD Y SALUD</u>			
10.1.1	Partida para medios de seguridad y salud, equipos de protección individuales, medios colectivos de protección en los trabajos y aplicación del correspondiente estudio básico de seguridad y salud.	1	5000	5.000,00 €
	SUBTOTAL:			5.000,00 €



10.CAPITULO X: RESUMEN DEL PRESUPUESTO

Nº de orden	Concepto	Total (€)
1.	CAPÍTULO I: ALUMBRADO	47.297,80 €
2.	CAPITULO II: DISTRIBUCIÓN	112.636,76 €
3.	CAPITULO III: PROTECCIONES EN BAJA TENSIÓN	89.497,50 €
4.	CAPÍTULO IV: COMPENSACIÓN DE LA ENERGÍA REACTIVA	8.869,50 €
5.	CAPÍTULO V: PUESTA A TIERRA	1.884,89 €
6.	CAPÍTULO VI: GRUPO ELECTROGENO	106.407,60 €
7.	CAPÍTULO VII: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	75.557,85 €
8.	CAPÍTULO VIII: PEQUEÑO MATERIAL	1.163,04 €
9.	CAPÍTULO IX: OBRA CIVIL	105,12 €
10.	CAPITULO X: SEGURIDAD Y SALUD	5.000,00 €
	TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	448.420,04 €
	GASTOS GENERALES (6% P.E.M.)	26.905,20 €
	BENEFICIO INDUSTRIAL (10% P.E.M.)	44.842,00 €
	TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	520.167,25 €
	I.V.A. (16%)	83.226,76 €
	HONORARIOS REDACCIÓN DE PROYECTO Y DIRECCIÓN DE OBRA (5% P.E.M.)	26.008,36 €
	I.V.A. (16%)	4.161,34 €
	TOTAL	633.563,71 €
	El presupuesto total es de SEISCIENTOS TREINTA Y TRES MIL QUINIENTOS SESENTA Y TRES CON SETENTA Y UN CENTIMOS DE EURO.	



El Ingeniero Técnico Industrial Eléctrico
Roberto Perez Ortiz del Rio

Pamplona, 23 de abril de 2014