



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN PARA
BODEGA Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Eduardo Jaime García

Tutora: Marta Solano Goñi

Pamplona, 30 de noviembre de 2006



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELECTRICA EN BAJA TENSION PARA
BODEGA Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

MEMORIA

Eduardo Jaime García

Tutora: Marta Solano Goñi

Pamplona, 30 de Noviembre de 2006



1. MEMORIA:



ÍNDICE:

1.1. INTRODUCCIÓN	6
1.1.1. OBJETO DEL PROYECTO	7
1.2. GENERALIDADES	8
1.2.1. DESCRIPCIÓN DE LA BODEGA	9
1.2.1.1. DISTRIBUCIÓN Y SUPERFICIES.....	9
1.2.1.2. PROCESO DE VINIFICACIÓN. NECESIDADES	10
1.2.1.2.1. RECEPCIÓN DE UVAS. MOLTURACIÓN	10
1.2.1.2.2. FERMENTACIÓN.....	11
1.2.1.2.3. PENSADO.....	11
1.2.1.2.4. ALMACENAMIENTO. EMBOTELLADO.....	12
1.2.2. PRESCRIPCIONES OFICIALES	12
1.2.3. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	12
1.2.4. SUMINISTRO DE ENERGÍA	13
1.2.5. PREVISIÓN DE CARGAS	13
1.2.5.1. RECEPTORES	13
1.2.5.2. ALUMBRADO	14
1.2.5.3. TOMAS DE CORRIENTE	15
1.2.6. POTENCIA A CONTRATAR	17
1.3. ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN	18
1.3.1. INTRODUCCIÓN	19
1.3.2. ESQUEMA TN	19
1.3.3. ESQUEMA TT	21
1.3.4. ESQUEMA IT.....	21
1.3.5. SOLUCIÓN ADOPTADA	22
1.4. ALUMBRADO	23
1.4.1. INTRODUCCIÓN. CONCEPTOS GENERALES	24
1.4.2. MAGNITUDES Y UNIDADES.....	24
1.4.3. SISTEMAS DE ILUMINACIÓN Y MÉTODOS DE ALUMBRADO ...	27
1.4.4. LEYES FUNDAMENTALES DE LA FOTOMETRÍA	28
1.4.5. CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES DE LAS LÁMPARAS	29
1.4.5.1 PIROLUMINISCENCIA.....	29
1.4.5.2 INCANDESCENCIA	30
1.4.5.3 ELECTROLUMINISCENCIA	30
1.4.5.4 FOTOLUMINISCENCIA	32



1.4.6. ALUMBRADO INTERIOR	35
1.4.6.1 MÉTODO DE CÁLCULO	35
1.4.6.2 SOLUCIONES ADOPTADAS	41
1.4.7. ALUMBRADO DE EMERGENCIA	44
1.4.7.1 MÉTODO DE CÁLCULO	45
1.4.7.2 SOLUCIONES ADOPTADAS	48
1.4.8. ALUMBRADO EXTERIOR	50
1.4.8.1 MÉTODO DE CÁLCULO	51
1.4.8.2 SOLUCIONES ADOPTADAS	53
1.5. CONDUCTORES Y DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN.....	54
1.5.1. INTRODUCCIÓN	55
1.5.2. FACTORES A TENER EN CUENTA EN EL CÁLCULO DE LOS CABLES	55
1.5.3. PRESCRIPCIONES GENERALES	57
1.5.4. SISTEMAS DE INSTALACIÓN	58
1.5.5. RECEPTORES	61
1.5.6. PROCESO PARA EL CÁLCULO DE SECCIONES	63
1.5.7. NORMAS PARA LA ELECCIÓN DEL CABLE	64
1.5.8. NORMAS PARA LA ELECCIÓN DEL TUBO	65
1.5.9. DESCRIPCIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN	65
1.5.10. SOLUCIONES ADOPTADAS	68
1.6. PROTECCIONES	79
1.6.1. INTRODUCCIÓN	80
1.6.2. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS	80
1.6.3. PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITOS	81
1.6.3.1. CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO	83
1.6.4. SELECTIVIDAD EN LAS PROTECCIONES CONTRA SOBREINTENSIDADES	84
1.6.5. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS	85
1.6.5.1. INTERRUPTORES DIFERENCIALES	87
1.6.6. SOLUCIONES ADOPTADAS	89
1.7. COMPENSACIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA	105
1.7.1. INTRODUCCIÓN	106
1.7.2. NECESIDAD DE COMPENSAR EL FACTOR DE POTENCIA	106
1.7.3. MÉTODOS DE COMPENSACIÓN	106
1.7.4. CÁLCULO DE LA POTENCIA REACTIVA	108
1.7.5. SOLUCIÓN ADOPTADA	109



1.8. PUESTA A TIERRA	110
1.8.1. INTRODUCCIÓN	111
1.8.2. OBJETO DE LA PUESTA A TIERRA	111
1.8.3. PARTES DE UNA PUESTA A TIERRA	111
1.8.4. ELEMENTOS A CONECTAR A LA TOMA DE TIERRA	112
1.8.5. CONSIDERACIONES PARA EL CÁLCULO. LOCALES HÚMEDOS	112
1.8.6. SOLUCIÓN ADOPTADA	113
1.9. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	114
1.9.1. INTRODUCCIÓN	115
1.9.2. REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES	115
1.9.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES	116
1.9.4. OBRA CIVIL	116
1.9.5. INSTALACIÓN ELÉCTRICA	118
1.9.5.1. CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN	119
1.9.5.2. CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE BAJA TENSIÓN	122
1.9.5.3. PUESTA A TIERRA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	123
1.9.6. INSTALACIONES SECUNDARIAS	126
1.10. PRESUPUESTO	128
1.11. BIBLIOGRAFÍA	129





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 bodega dedicada a la fabricación y venta de vinos ubicada en Olite (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 DE LA BODEGA

La bodega 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 más una entreplanta, utilizando para ello una superficie útil construida de aproximadamente 2500 metros cuadrados sobre una superficie total de parcela de unos 8500 metros cuadrados. La bodega se completará asimismo con un espacio destinado a parking de vehículos, una zona para la descarga de uva y pesaje de la misma mediante báscula e incluso un espacio destinado a merendero y rodeado de arbolado de cara a posibles visitas a la bodega. Todo ello quedará situado según se indica en el plano de emplazamiento del presente proyecto.

La zona destinada a bodega se ubicará en una planta baja donde se encontrarán la zona de maquinaria de la vendimia, zona de depósitos, zona de barricas, zona de almacenaje de producto y el dispensario de vino, englobando así todo el proceso de recepción, elaboración y venta de vino. Asimismo se utilizará parte de esta planta baja para otros usos como los vestuarios, aseos, sala de catas y reuniones y almacén de la misma.

En la entreplanta quedará ubicada la parte comercial, financiera y de investigación de la bodega dando espacio para varios despachos y oficina, archivo y un laboratorio para la elaboración y desarrollo de las distintas variedades de vino que se comercializarán.

1.2.1.1. DISTRIBUCIÓN Y SUPERFICIES

La distribución de la bodega 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:

ENTREPLANTA:

LOCAL	LONGITUD (m)		ANCHURA (m)		ALTURA (m)	SUPERFICIE ÚTIL (m ²)
Despacho 1	4.8		4.0		3.0	19.2
Despacho 2	4.8		4.0		3.0	19.2
Oficina	5.7		4.9		3.0	27.9
Archivo	2.0		4.9		3.0	9.8
Despacho 3	4.5		5.0		3.0	22.5
Laboratorio	11.0		3.9		3.0	42.9
Pasillo de la entreplanta	9.6	6.3	3.0	8	3.0	79.2
Superficie útil de la Entreplanta (m²)						220.7 m²



PLANTA BAJA:

LOCAL	LONGITUD (m)			ANCHURA (m)			ALTURA (m)	SUPERFICIE ÚTIL (m ²)
Vestuarios	7.9			4.9			3.0	38.7
Almacén de catas y reuniones	11.0			3.9			3.0	42.9
Sala de catas y reuniones	11.0			5.2			3.0	57.2
Aseos 1	4.0			3.0			3.0	12.0
Pasillo de la planta baja	2.9	2.6	8.4	4.1	3.9	3.0	3.0	47.2
Dispensario de vino	20.9			8.1			3.0	169.3
Almacén	23.6	6.4		25.3	9.2		6.0	655.9
Aseos 2	4.0			3.0			3.0	12.0
Nave de barricas	11.0			39.5			6.0	434.5
Planta embotelladora	17.2			9.2			6.0	158.2
Zona de depósitos	23.6			13.3			6.0	313.9
Maquinaria de vendimia	10.3	4.4		27.3	23.7		6.0	385.5
Centro de transformación	4.71			2.24			2.53	10.55
Superficie útil de la Planta baja (m²)								2337.9 m²

Superficie útil de la Entreplanta (m ²)	220.7 m ²
Superficie útil de la Planta baja (m ²)	2337.9 m ²
Total Superficie útil (m²)	2558.6 m²

1.2.1.2. PROCESO DE VINIFICACIÓN. NECESIDADES

1.2.1.2.1. RECEPCIÓN DE UVAS. MOLTURACIÓN

El proceso de vinificación comenzará con la llegada de la uva a las instalaciones de la bodega, sobre vehículos procediéndose a la toma de muestras, pesado y descarga en tolva, terminando el vehículo con lavado de su caja.

Las uvas, a través del correspondiente sinfín, pasarán a la despalladora-molturadora, instalada en foso interior de la bodega. La máquina permitirá la separación de los granos de uva del racimo, para obtener de esta forma, vinos exentos de sabores ásperos y duros, que serán así aptos para envejecimiento.



Con el estrujado o molturado se romperá el grano de la uva para que se libere parte del jugo que contiene la misma, siendo de leve intensidad para conservar la estructura de la pulpa en lo posible.

La pasta sin fermentar, a través de la correspondiente bomba de vendimia y conducida por tubería de PVC, pasará a los depósitos de acero inoxidable. En las tuberías, se dosificará el metabisulfito que actuará como conservante del mosto. Este producto será inyectado por el sulfitómetro automático.

El raspón se extraerá del foso conforme se vaya produciendo, mediante el extractor de raspón.

1.2.1.2.2. FERMENTACIÓN

La bomba de vendimia llevará la pasta despalillada y estrujada a los depósitos con control de temperatura, en los cuales se producirá la fermentación para así convertirse el mosto en vino. A esta operación se le llama encubado.

Los depósitos autovaciantes serán de acero inoxidable. Con una altura máxima de 4,5 metros, presentarán patas elevadas para permitir la extracción de pasta fermentada mediante carretilla y carrito de pastas. Así mismo, cada depósito dispondrá de bomba para remontado.

Los depósitos quedarán previstos para fermentación controlada térmicamente, lo que hará que se prevean dos niveles de camisas, por las que se hará circular agua fría y/o caliente.

El descube consistirá en sacar el vino de los depósitos donde se habría producido la fermentación alcohólica y trasladarlo a otros depósitos donde se producirá una segunda fermentación, ésta maloláctica. Para estas extracciones y estos traslados se utilizarán diferentes bombas eléctricas, según sea su cometido.

En estos depósitos se almacenarán también el vino joven hasta su embotellado (el vino tinto de crianza y reserva se almacenarán posteriormente en envases de madera de roble)

1.2.1.2.3. PRENSADO

Una vez fermentados los mostos en los correspondientes depósitos y vaciado el vino, nos quedarán en los mismos las pastas fermentadas, las cuales se extraerán y, descargando las pastas sobre carrito o carretilla o mediante utilización de bombas de vendimia, se trasladarán a la zona de prensado, introduciéndose a tolva y bomba de llenado de prensas.

El vino obtenido de las prensas se almacenará en depósito, pudiendo separarse por calidades de prensado. Las pastas prensadas serán enviadas a la alcoholera.



1.2.1.2.4. ALMACENAMIENTO. EMBOTELLADO.

Se utilizarán dos depósitos de acero inoxidable situados en el mismo recinto que los anteriores (zona de depósitos) para la realización de mezclas. Además, los vinos podrán ser trasegados hasta depósitos colocados junto a la línea de embotellado, donde serán estabilizados y se prepararán para su embotellado final.

Los vinos de mejor calidad, se destinarán a almacenamiento en barricas de roble, donde pasarán un tiempo entre 6 y 12 meses en la sala habilitada para ello (nave de barricas)

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)
- Normas básicas de la edificación. Norma NBE-CPI-96. Condiciones de protección contra incendios en los edificios.
- 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).
- Normas particulares de la empresa suministradora de energía, Iberdrola.
- 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 bodega, 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. 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 bodega), alumbrado y tomas de corriente.

1.2.5.1. 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.

RECEPTORES	UNIDADES Y SUMINISTRO	POTENCIA UNITARIA (KW)	POTENCIA TOTAL (KW)	INTENSIDAD (A)	COS Ψ
Tolva de descarga	1 (Trifásico)	7.5	7.5	12.95	0.88
Despalilladora / Molturadora	1 (Trifásico)	7.5	7.5	12.66	0.90
Extractor de raspón	1 (Trifásico)	5.6	5.6	10.01	0.85
Plataforma Hidráulica	1 (Trifásico)	7.5	7.5	13.90	0.82
Sulfitómetro	1 (Trifásico)	4.64	4.64	9.53	0.74
Báscula y medida de grado	1 (Monofásico)	3	3	16.84	0.81
Prensas	2 (Trifásico)	23.5	47	43.54	0.82
Grupo de frío/calor (400000 frigorías)	1 (Trifásico)	78	78	139.42	0.85



RECEPTORES	UNIDADES Y SUMINISTRO	POTENCIA UNITARIA (KW)	POTENCIA TOTAL (KW)	INTENSIDAD (A)	COS Ψ
Depósitos de acero inoxidable	25 (Monofásico)	4	100	21.39	0.85
Filtro Tangencial	1 (Trifásico)	15	15	26.20	0.87
Depósito Pulmón	8 (Bombas) (Monofásico)	3.2	25.6	17.74	0.82
Climatización de barricas	1 (Trifásico)	8	8	14.64	0.83
Caldera de la embotelladora	1 (Trifásico)	20	20	33.76	0.9
Filtro de membrana	1 (Monofásico)	0.8	0.8	4.91	0.74
Despaletizadora	1 (Trifásico)	8.3	8.3	14.17	0.89
Enjuagadora	1 (Monofásico)	0.75	0.75	3.83	0.89
Llenadora / Taponadora	1 (Monofásico)	0.48	0.48	2.60	0.84
Encapsuladora	1 (Monofásico)	2.35	2.35	12.28	0.87
Etiquetadora	1 (Monofásico)	1.5	1.5	7.58	0.90
Precintadora de cajas	1 (Trifásico)	5.5	5.5	9.50	0.88
TOTAL POTENCIA (KW)	294.41 KW				

1.2.5.2. ALUMBRADO

Según los datos que se han tomado para el cálculo del alumbrado de la bodega, el resultado de los mismos refleja una potencia de 32.41 Kw. El cómputo y dimensionado de los aparatos de alumbrado queda expuesto en el documento cálculos del presente proyecto.



1.2.5.3 TOMAS DE CORRIENTE

Se tendrán en cuenta a la hora de dimensionar las tomas de corriente, la existencia en la bodega de tres tipos de bombas según su cometido:

Bomba de vendimia. La bomba de vendimia es la máquina que se encarga de transportar la uva estrujada a través de una tubería desde el colector de recogida de esta hasta el punto que se quiera, normalmente las prensas o los depósitos de fermentación. Se utilizarán dos bombas de vendimias con potencias de 3 y 5 kilovatios respectivamente.

Bomba de pastas. Suelen ser bombas rotativas helicoidales, cuya potencia depende de la cantidad de pasta mover y el tiempo que tenemos para hacerlo. Esta diseñada para transportar la vendimia fermentada y no dañarla hasta su llegada a las prensas. Suele trabajar fija, formando un conjunto con las prensas. Se utilizarán 2 bombas, una por cada prensa, con una potencia de 5 kilovatios cada una.

Bomba de trasiego. Son de menor tamaño y capacidad que las de vendimia o las de pasta ya que tienen que mover el vino, es decir, nada sólido. Se emplearán 2 bombas de 2 kilovatios cada una.

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

- En las dependencias de la entreplanta, como son los despachos, las oficinas, el laboratorio y el archivo se colocará una toma monofásica cada 20 metros cuadrados aproximadamente, salvo en el descansillo que colocaremos una sola toma monofásica por si se quiere pasar una barredora eléctrica o conectar cualquier otro aparato.
- En los vestuarios y sala de catas y reuniones se colocarán 2 tomas monofásicas, mientras que en el aseo 1, el almacén de catas y reuniones y el pasillo se colocará una única toma monofásica.
- En el dispensario de vino, se colocarán 3 tomas monofásicas por si se quisiera colocar algún aparato de sonido o incluso en un futuro poder ofrecer vino a granel mediante máquina dispensadora de vino colocada junto a un depósito de acero inoxidable.
- Tanto en el almacén como en la sala de barricas se colocarán 4 tomas monofásicas que servirán para la limpieza y mantenimiento de estos locales, así como una toma trifásica para climatización. En la zona de maquinaria de vendimia se colocará 1 toma trifásica y 4 monofásicas.
- En la zona de depósitos, se instalará una toma monofásica por cada depósito así como 2 tomas trifásicas, una para el grupo de frío y/o calor y otra para el filtro tangencial. Así mismo se colocarán tomas monofásicas para el depósito pulmón, ya que el mismo está compuesto de 8 bombas de baja potencia.



- En la planta de embotellado se colocarán varias tomas monofásicas y trifásicas según lo determine la maquinaria existente, así como alguna toma monofásica para el conexionado de una barredora eléctrica para limpieza del local.
- Se tendrán en cuenta las conexiones de las bombas de vendimia por lo que, además de todas estas tomas, se instalará una toma trifásica en la zona de depósitos y otra en la zona de maquinaria de vendimia, así como alguna toma monofásica en las mismas dependencias.
- En el centro de transformación se colocará una toma monofásica y una toma trifásica.

Por lo tanto, el número final de tomas de corriente monofásicas a instalar es 68, mientras que el número de tomas trifásicas es de 8. 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
Entreplanta	9	0
Bloque Planta baja	8	0
Dispensario de vino	3	0
Almacén	4	1
Nave de barricas	4	1
Planta embotelladora	2	1
Zona de depósitos	33	3
Maquinaria de vendimia	4	1
Centro de transformación	1	1

Las tomas de corriente monofásicas serán de 220 voltios y 16 amperios, mientras que las tomas de corriente trifásicas serán de 380 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 bodega habrá 35 tomas monofásicas utilizándose simultáneamente, ya que se consideran factores tales como una utilización paralela del 40% de los depósitos autovaciantes, así como la posibilidad de colocar una barredora eléctrica o incluso varias bombas de vendimia a la vez. Así mismo habrá 3 tomas trifásicas útiles simultáneamente, aunque salvando el período de vendimia, rara vez se dará este hecho durante el año. La potencia útil de las tomas de corriente es de 210.9 Kw.

Las tomas de corriente se instalarán a una altura de 1,5 metros y deberán cumplir con la ITC-BT 30, ya que la bodega 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 metálicos.



1.2.6. 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 cálculo de la potencia de la maquinaria ya se ha utilizado un coeficiente de simultaneidad del 40% para los depósitos y para el centro de transformación se supone un coeficiente de ampliación del 30%.

La potencia aparente total de la instalación es de 541.07 kVA repartidos en los tres tipos de receptores. Dado que la instalación se sobredimensionará de cara a futuras ampliaciones, aplicando un factor de ampliación del 30%, la potencia total aparente se fijará en 703.4 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)

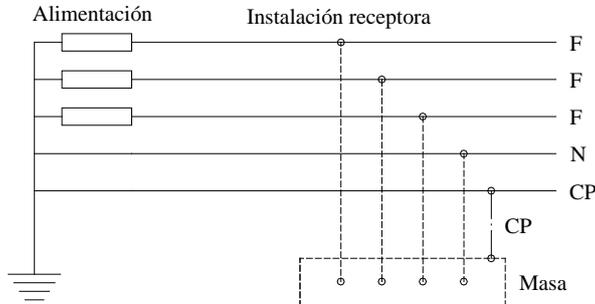
Existen tres tipos de esquemas de distribución: Esquema TN, Esquema TT y Esquema IT, que se detallan a continuación.

1.3.2. ESQUEMA TN

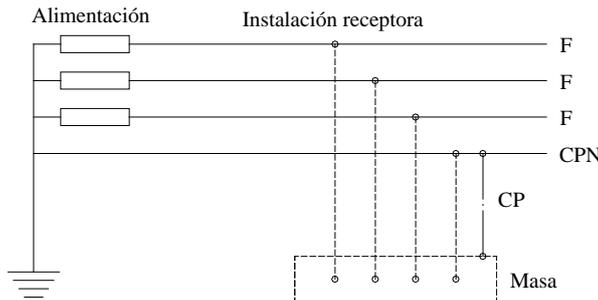
Los esquemas TN tienen un punto de la alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra y las masas de la instalación receptora conectadas a dicho punto mediante conductores de protección. Se distinguen tres tipos de esquemas TN según la disposición relativa del conductor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



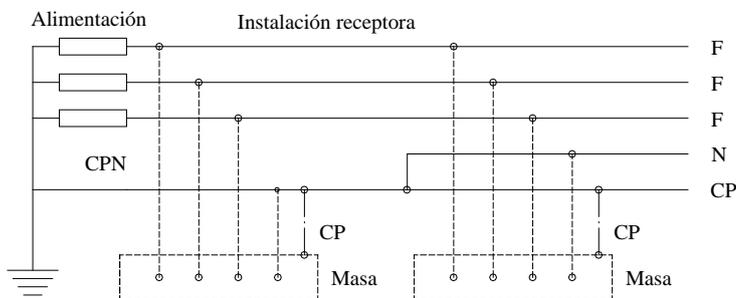
- Esquema TN-S: En el que el conductor neutro y el de protección son distintos en todo el esquema:



- 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:

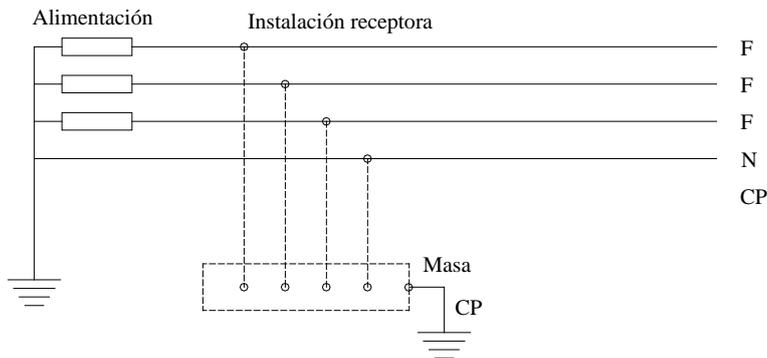


En los esquemas TN cualquier intensidad de defecto franco fase-masa es una intensidad de cortocircuito. El bucle de defecto está constituido exclusivamente por elementos conductores metálicos.



1.3.3. ESQUEMA TT

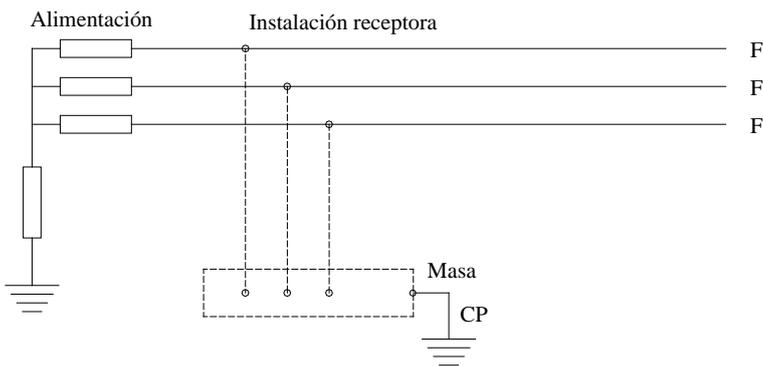
El esquema TT tiene un punto de alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de la alimentación:



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:

$T_c < 3300 \text{ k}$ – 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.
$3300 \text{ k} < T_c < 5300 \text{ k}$ – 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.
$T_c > 5300 \text{ k}$ – 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 esta 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 fotorluminiscente, 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 un 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 autocalentamiento.

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 éstas 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 el denominado método de los lúmenes. Este método se basa en el desarrollo de siete puntos fundamentales:

- Determinación del nivel de iluminación requerido
- Determinación del coeficiente de utilización
- Cálculo del número de lúmenes totales
- Cálculo del número de lámparas necesarias
- Cálculo de la altura de las lámparas
- Distribución de lámparas y lúmenes
- Distribución del número definitivo de aparatos de alumbrado

Las Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE) recomiendan 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. Determinación del coeficiente de utilización.

El coeficiente de utilización es la relación entre los lúmenes que alcanza el plano de trabajo (ordinariamente se toma como tal un plano horizontal a un metro del suelo) y los lúmenes totales generados por la lámpara.

Este factor tiene en cuenta la eficacia y la distribución de la luminaria, su altura de montaje, las dimensiones del local y el factor de reflexión de las paredes, techo y suelo.

En general, cuanto más alto y estrecho sea el local, mayor será la proporción de luz absorbida por las paredes y más bajo el coeficiente de utilización.

Para la obtención del coeficiente de reflexión, primero se halla el índice del local K , que se define como:

$$K = \frac{a \times b}{h \times (a + b)} \quad (\text{Índice del local})$$

donde a y b son las dimensiones de la superficie rectangular del local, y h , la distancia entre el plano de trabajo y las luminarias.

A continuación, 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

A partir del índice del local, del grado de reflexión de techo, paredes y plano útil, y según el tipo de iluminación, se halla el coeficiente de utilización C_u , utilizando para ello las tablas de rendimiento del local para luminarias con alumbrado directo, semidirecto o mixto.



3. Cálculo del número de lúmenes totales.

Para la obtención del número de lúmenes totales es necesario conocer primero el número de lúmenes unitarios, que se calcularán mediante la fórmula:

$$\Phi_u = S \times Lx \text{ (lúmenes)}$$

Donde S es el valor de la superficie del local en metros cuadrados, y Lx , el nivel de iluminación requerido en luxes para el tipo de local que estamos calculando.

A partir de este dato, se podrá obtener el número total de luxes mediante la fórmula:

$$\Phi_t = \frac{\Phi_u}{\eta \times Fc \times Cu} \text{ (lúmenes)}$$

Donde η corresponde al rendimiento de la luminaria que se vaya a utilizar.

Fc , 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.

Como ya se ha explicado con anterioridad, Cu , corresponde al valor del coeficiente de utilización.

4. Cálculo del número de lámparas necesarias.

Una vez obtenido el flujo luminoso total, sabiendo el flujo luminoso que emite cada luminaria, podemos determinar el número de luminarias necesario para obtener dicho flujo total, a partir de la fórmula:

$$N = \frac{\Phi_t}{\Phi_l}$$

Donde

- N es el número total de luminarias redondeado por exceso.
- Φ_t es el flujo luminoso total.
- Φ_l es el flujo luminoso por luminaria.



5. Cálculo de la altura de suspensión de las lámparas

La altura de suspensión de los aparatos de alumbrado es una característica fundamental en todo proyecto de iluminación interior.

Llamaremos:

- d distancia vertical de los aparatos de alumbrado al plano útil de trabajo.
- d' distancia vertical de los aparatos de alumbrado al techo.
- h altura desde el techo al plano útil de trabajo.

En locales con altura normal, tales como oficinas, habitaciones, etc., se sitúan los aparatos de alumbrado tan altos como sea posible. De esta manera se disminuye considerablemente el riesgo de deslumbramiento y podremos separar los focos luminosos lo que permitirá disminuir el número de dichos focos.

Para iluminación directa, semidirecta y mixta, la relación entre d y h será:

$$d \geq \frac{4}{5}h$$

Para iluminación indirecta, la distancia entre los aparatos de alumbrado y el techo no deberá descender de cierto límite:

$$d' \approx \frac{h}{4}$$

6. Distribución de lámparas y lúmenes

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.

Llamaremos:

- e distancia horizontal entre dos focos contiguos.
- d distancia vertical de los focos al plano útil de trabajo.

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. Se puede decir que la uniformidad de la iluminación es función de la relación

$$\frac{e}{d}$$



y para iluminación directa se adoptará según el tipo de aparatos de alumbrado:

$$\frac{e}{d} \leq 1,6 \quad \text{con aparatos extensivos.}$$

$$\frac{e}{d} \leq 1,5 \quad \text{con aparatos medios.}$$

$$\frac{e}{d} \leq 1,2 \quad \text{con aparatos intensivos.}$$

Para iluminación semiindirecta e indirecta resulta preponderante la influencia del techo, los aparatos utilizados son muy extensivos y se toma la relación

$$\frac{e}{d'} \leq 6$$

Para todos los sistemas de iluminación, si e' es la distancia horizontal desde los aparatos extremos de una fila a la pared perpendicular a esa fila, se toma

$$\frac{e}{3} \leq e' \leq \frac{e}{2}$$

7. Distribución del número definitivo de aparatos de alumbrado

Después de calcular el número de aparatos de alumbrado y el flujo luminoso necesario, resulta fácil determinar el flujo luminoso unitario de cada lámpara y por tanto elegir el tipo de lámpara más conveniente.

Conociendo el tipo y el número de lámparas y de aparatos, se procederá a situarlos sobre el plano del local, respetando las proporciones elegidas previamente en lo que se refiere a la distancia entre aparatos de alumbrado y la distancia hasta las paredes de los aparatos extremos.

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 las estancias de la bodega, eligiendo este sistema de iluminación de manera especial en la nave de producción de vino (zona de maquinaria de vendimia) debido a la gran necesidad de luz, así como en las oficinas, donde con una correcta distribución de puntos de luz se evita el incómodo efecto de las sombras.

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 a la 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. Para la zona de la entreplanta, se distinguen dos tipos de lámparas. Por una parte para las zonas de oficinas, archivo y laboratorio se utilizarán lámparas fluorescentes beneficiándonos de su larga duración, bajo coste de adquisición y amplio abanico de gamas y tipos. Es de destacar la lámpara fluorescente utilizada para el laboratorio, ya que está diseñada para lugares donde la rotura del tubo implique riesgos. 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 maquinaria de vendimia, zona de depósitos, zona de almacén, zona de barricas y caseta del transformador, y 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 de depósitos, zona de almacenaje y zona de maquinaria de vendimia se colocarán aparatos que constan de luminaria cerrada suspendida con reflector dispersor en aluminio anodizado que alberga en su interior una lámpara de vapor de mercurio de 400 vatios.

Para la iluminación de la sala de barricas se utilizarán dos tipos de aparatos de alumbrado. Por una parte se utilizarán lámparas fluorescentes para alumbrar el pasillo de la zona de barricas dada su larga duración y bajo coste de adquisición. Por otra parte, y de cara a visitas a la bodega, se colocarán proyectores con lámparas de vapor de sodio de 250 vatios en su interior que darán una luz cálida que destaque la madera de la barrica.



Por último, en los aseos se emplearán luminarias funcionales con reflector de gran rendimiento lumínico. En la zona para venta de vino se adoptarán luminarias más estéticas que en los casos requeridos irán provistas de rejilla para disminuir el efecto de los deslumbramientos. Para la sala de catas y reuniones se recurrirá también a los downlights, de cara a focalizar la luz y poder modificarla cuando sea necesario.

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
Despacho 1	8 Lámparas Fluorescentes Master TL-D Super 80 36W/840 de PHILIPS	4 Luminarias empotrables universales con equipo electrónico, TBS 160 2x TL-D 36W/840 HF-P M6 de PHILIPS
Despacho 2	8 Lámparas Fluorescentes Master TL-D Super 80 36W/840 de PHILIPS	4 Luminarias empotrables universales con equipo electrónico, TBS 160 2x TL-D 36W/840 HF-P M6 de PHILIPS
Oficinas	8 Lámparas Fluorescentes Master TL-D Super 80 36W/840 de PHILIPS	4 Luminarias empotrables universales con equipo electrónico, TBS 160 2x TL-D 36W/840 HF-P M6 de PHILIPS
Archivo	4 Lámparas Fluorescentes Master TL-D Super 80 36W/840 de PHILIPS	2 Luminarias empotrables universales con equipo electrónico, TBS 160 2x TL-D 36W/840 HF-P M6 de PHILIPS
Despacho 3	8 Lámparas Fluorescentes Master TL-D Super 80 36W/840 de PHILIPS	4 Luminarias empotrables universales con equipo electrónico, TBS 160 2x TL-D 36W/840 HF-P M6 de PHILIPS
Laboratorio	18 Lámparas Fluorescentes Master TL-D Secura 36W/840 de PHILIPS	6 Luminarias empotrables universales con equipo electrónico, TBS 160 3x TL-D 36W/840 HF-P M6 de PHILIPS
Pasillo de la entreplanta	24 Lámparas Compactas Master PL-C 26W/840/2P G24D-3 de PHILIPS	24 Luminarias empotrables DOWNLIGHTS con reflector de aluminio de alto brillo, FBS270 1x PL-C/2P26W/840 de PHILIPS
Vestuarios	8 Lámparas Fluorescentes Master TL-D Super 80 36W/840 de PHILIPS	4 Luminarias empotrables universales con equipo electrónico, TBS 160 2x TL-D 36W/840 HF-P M6 de PHILIPS
Almacén de Catas	8 Lámparas Fluorescentes Master TL-D Super 80 36W/840 de PHILIPS	4 Luminarias empotrables universales con equipo electrónico, TBS 160 2x TL-D 36W/840 HF-P M6 de PHILIPS
Sala de Catas y Reuniones	40 Lámparas Compactas Master PL-C 26W/840 G24D-3 de PHILIPS	40 Luminarias empotrables DOWNLIGHTS con reflector de aluminio de alto brillo, FBS270 1x PL-C/2P26W/840 de PHILIPS



ZONA	TIPO DE LÁMPARAS	TIPO DE LUMINARIAS
Aseo 1	3 Lámparas Compactas Master PL-C 18W/840/2P G24D-2 de PHILIPS	3 Luminarias empotrables DOWNLIGHTS con reflector de aluminio de alto brillo, FBS270 1x PL-C/2P18W/840 de PHILIPS
Pasillo de la planta baja	18 Lámparas Compactas Master PL-C 26W/840/2P G24D-3 de PHILIPS	18 Luminarias empotrables DOWNLIGHTS con reflector de aluminio de alto brillo, FBS270 1x PL-C/2P26W/840 de PHILIPS
Dispensario de vino	24 Lámparas Fluorescentes Master TL-D Super 80 58W/840 de PHILIPS	12 Luminarias empotrables con lamas tridimensionales y espejos Fresnel, TBS330 2x TL-D 58W/840 IC de PHILIPS
Almacén	16 Lámparas de Vapor de Mercurio HPL-N 400W/542 E40 de PHILIPS	16 Campanas para lámparas de descarga con reflector de aluminio y cierre de cristal HPK 150HPL-N400W IC de PHILIPS
Nave de barricas	24 Lámparas Fluorescentes Master TL-D Super 80 58W/840 de PHILIPS	12 Luminarias empotrables con lamas tridimensionales y espejos Fresnel, TBS330 2x TL-D 58W/840 IC de PHILIPS
	10 Lámparas de Vapor de sodio Master SON-T PIA HG FREE 250W E E40 de PHILIPS	10 Proyectores simétricos con reflector de aluminio anodizado y cierre de vidrio SNF300 1x SON-T250W 230V K de PHILIPS
Planta embotelladora	30 Lámparas Fluorescentes Master TL-D Super 80 36W/840 de PHILIPS	15 Luminarias empotrables universales con equipo electrónico, TBS 160 2x TL-D 36W/840 HF-P M6 de PHILIPS
Zona de depósitos	12 Lámparas de Vapor de Mercurio HPL-N 400W/542 E40 de PHILIPS	12 Campanas para lámparas de descarga con reflector de aluminio y cierre de cristal HPK 150HPL-N400W IC de PHILIPS
Maquinaria de vendimia	20 Lámparas de Vapor de Mercurio HPL-N 400W/542 E40 de PHILIPS	20 Campanas para lámparas de descarga con reflector de aluminio y cierre de cristal HPK 150HPL-N400W IC de PHILIPS
Aseo 2	3 Lámparas Compactas Master PL-C 18W/840/2P G24D-2 de PHILIPS	3 Luminarias empotrables DOWNLIGHTS con reflector de aluminio de alto brillo, FBS270 1x PL-C/2P18W/840 de PHILIPS
Centro de transformación	4 Lámparas Fluorescentes Master TL-D Super 80 36W/840 de PHILIPS	2 Luminarias empotrables universales con equipo electrónico, TBS 160 2x TL-D 36W/840 HF-P M6 de PHILIPS



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.

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.

Para cumplir las condiciones del articulado puede aplicarse la siguiente regla práctica para la distribución de las luminarias:

- Dotación: 5 lúmenes/m².
- Flujo luminoso de las luminarias: $F \geq 30$ lúmenes.
- Separación de las luminarias $4h$, siendo h la altura a la que estén instaladas las luminarias comprendida entre 2,00 m y 2,50 m.

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.
 - 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.

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.



1.4.7.2. SOLUCION ADOPTADA.

Se opta por colocar 5 lúmenes de iluminación de emergencia por cada metro cuadrado de cada local, o parte de superficie donde deberá ir instalado el alumbrado de emergencia.

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 se realizará a una altura de 2,30 metros sobre el suelo en todos los locales cuya altura no supere los 3 metros, y a 4 metros en los recintos de mayor altura; con una separación entre aparatos de aproximadamente 4 veces la altura a la que estén colocadas. 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 LUZNOR, que poseen baterías de Ni-Cd alta temperatura con autonomía de una o dos horas. Por locales o dependencias, los modelos y series utilizados son los siguientes:

- En la zona adecuada como archivo, se colocará a 2,30 metros de altura y sobre la puerta de acceso al mismo, un aparato no permanente modelo L-55 de 50 lúmenes y 6 vatios (IP-42).
- En los aseos 1 y 2, así como en el centro de transformación se colocará un aparato a 2,30 metros de altura y sobre la puerta de acceso a los mismos. El modelo a emplear será L-90P, de señalización permanente y emergencia, de 80 lúmenes y 12 vatios (IP-42).
- En los vestuarios ubicados en la planta baja, se colocará un aparato a 2,30 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 L-90P de 80 lúmenes y 12 vatios (IP-42). Los aparatos que se sitúan sobre la puerta de evacuación llevarán una banderola de señalización de salida.
- En los despachos 1 y 2, sobre la puerta de acceso a cada local, y a una altura de 2,30 metros se colocará un aparato combinado de señalización permanente y emergencia modelo L-100P-3 de 100 lúmenes y 12 vatios (IP-42).
- Así mismo, en el despacho 3, se colocará a 2,30 metros de altura y sobre la puerta de acceso al local, un aparato combinado de señalización permanente y emergencia modelo L-130P-2 de 130 lúmenes y 12 vatios (IP-42).



- En el laboratorio y en el almacén de catas y reuniones, así como en el pasillo de la planta baja, se colocará a 2,30 metros y sobre la puerta de acceso más cercana a la ruta de evacuación más directa un aparato, y otro a la misma altura y a una distancia tal que cada aparato ilumine la mitad de la superficie del local. Ambos aparatos serán del modelo L-130-2 de 130 lúmenes y 12 vatios (IP-42). Los aparatos que se sitúan sobre la puerta de evacuación llevarán una banderola de señalización de salida.
- En la oficina, ubicada en la entreplanta, se colocará a 2,30 metros de altura y sobre la puerta más cercana a la ruta de evacuación más directa, un aparato combinado de señalización permanente y emergencia modelo L-170P-3 de 170 lúmenes y 12 vatios (IP-42).
- En la sala de catas y reuniones se colocará a 2,30 metros y sobre la puerta de acceso más cercana a la ruta de evacuación más directa un aparato, y otro a la misma altura y a una distancia tal que cada aparato ilumine la mitad de la superficie del local. Ambos aparatos serán del modelo L-170P-3 de 130 lúmenes y 12 vatios (IP-42). Los aparatos que se sitúan sobre la puerta de evacuación llevarán una banderola de señalización de salida.
- En el dispensario de vino, se colocará un aparato a 2,30 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. Así mismo, en el pasillo de la entreplanta se colocarán 2 aparatos en las mismas condiciones que los anteriores. Los aparatos serán combinados modelo L-350P-2 de 255 lúmenes y 12 vatios (IP-42).
- En la planta embotelladora, se colocará un aparato a 4,00 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 L-330P de 300 lúmenes y 12 vatios (IP-42).
- En la zona de depósitos, así como en la nave de maquinaria de vendimia, se colocarán a una altura de 4 metros y a lo largo de toda la pared de los locales aparatos combinados modelo L-450 de 440 lúmenes y 11 vatios (IP-65). En la zona de depósitos se colocarán 4 aparatos, y en la nave de maquinaria de vendimia se colocarán 5 aparatos.
- Finalmente, en el almacén y en la nave de barricas, se colocarán a una altura de 4 metros y a lo largo de toda la pared de los locales aparatos combinados modelo L-650 y L-550 de 610 y 11 vatios y 520 lúmenes y 11 vatios respectivamente. Dadas sus dimensiones, en el almacén se colocarán 6 aparatos, y en la nave de barricas se colocarán también 6 aparatos.



1.4.8. ALUMBRADO EXTERIOR



1.4.8.1. MÉTODO DE CÁLCULO

Al igual que en el alumbrado de interiores, se emplea el método del flujo luminoso considerando la superficie iluminada por cada aparato de alumbrado.

$$\Phi = \frac{E * S}{\eta * f_m * \eta_A}$$

Donde:

- Φ es el flujo luminoso unitario de cada lámpara.
- E es la iluminancia media deseada.
- S es la superficie que ilumina cada aparato de alumbrado.
- η es el coeficiente de utilización.
- f_m es el factor de mantenimiento.
- η_A es el rendimiento de la luminaria.

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

El coeficiente de utilización se halla en tablas en función de las características de la luminaria y del tipo de vía o recinto a iluminar. De todas maneras, pueden considerarse los siguientes valores orientativos:

- Para colocación axial de los focos: $\eta = 0,5$.
- Para colocación lateral de los focos: $\eta = 0,4$.

La colocación axial está en desuso, y en la colocación lateral existen tres variantes que son tresbolillo, unilateral y bilateral. En el caso que nos ocupa, será suficiente con colocar los focos de forma unilateral fijados a la fachada de la nave.



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.



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 cada 26 metros aproximadamente y a una altura de 6 metros sobre el suelo.

El numero y tipo de aparatos será:

- 8 proyectores para exterior de la marca PHILIPS TEMPO 2 (SWF 231) con carcasa de aluminio inyectado a alta presión resistente a la corrosión, con bajo contenido en cobre y acabado de poliéster negro de alta calidad. Incorpora reflector de aluminio de alta pureza con la superficie posterior marteleada y superficies laterales lisas. Cristal endurecido de 4 mm. de espesor. Incluye soporte de montaje de acero galvanizado por inmersión en caliente. Todos los elementos de fijación exteriores son de acero inoxidable.

- 8 lámparas de vapor de sodio alta presión de 150 vatios, SON-T COMFORT PRO 150W E E40 de PHILIPS, de 13000 lúmenes de flujo luminoso y una eficacia del 87%.



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 380/220 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)
$S \leq 16$ $16 < S \leq 35$ $S > 35$	$S (*)$ 16 $S/2$

(*) 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.

Según la instrucción ITC-BT-30 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, las canalizaciones eléctricas a emplear para locales declarados como húmedos, como es el caso del presente proyecto, serán estancas, utilizándose, para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, sistemas o dispositivos que presenten el grado de protección correspondiente a la caída vertical de gotas de agua (IPX1).

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 bodega 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 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 380 voltios y 50 hertzios por el transformador situado en la trasera de la bodega, justo al lado de la nave destinada a almacenamiento y tratamiento de vino en barricas. 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 18 metros del centro de transformación.

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

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	59762	49	Alumbrado del Dispensario de vino, Exterior, Almacén, Pasillo de la Planta Baja, Planta de Embotellado. 1 Toma trifásica 8 Tomas monofásicas	89.49
CUADRO 2	82887	46	Alumbrado de la Entreplanta, Almacén de catas, Vestuarios, Sala de Catas, Aseo1, Nave de barricas, Emergencia. Climatización de barricas. 1 Toma trifásica 6 Tomas monofásicas	143.18
CUADRO 3	38495	24	Alumbrado Sala de Maquinaria, Aseo 2. 1 Toma trifásica 4 Tomas monofásicas	68.21
CUADRO 4	47000	25	Prensas	97.96
CUADRO 5	35740	26	Tolva de descarga, Despalilladora, Extractora de raspón, Plataforma hidráulica, Sulfitómetro, Báscula y medida de grado	68.15
CUADRO 6	64262	11	Maquinaria de la Planta de embotellado. 1 Toma trifásica 2 Tomas monofásicas	113.64
CUADRO 7	40600	5	Filtro tangencial y Depósito Pulmón	85.49
CUADRO 8	78000	6	Grupo de frío	180.65
CUADRO 9	82857	7	Alumbrado de la zona de depósitos. 3 Tomas trifásicas 33 Tomas monofásicas	131.72

La disposición de los cuadros y trazados de las canalizaciones de la instalación de la nave industrial se representa en los planos N° 3 y 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 2.2.2.2 del documento Cálculos del presente proyecto.



Las nueve líneas que salen del cuadro general de distribución hasta los cuadros auxiliares estarán compuestas por conductores aislados en bandeja estanca. 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 6 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 estanca a una altura de 5 metros sobre el suelo hasta el punto más próximo al receptor, a partir de ahí los conductores bajarán verticalmente en tubos protectores y partirán hasta el receptor en canalizaciones en galerías bajo el suelo en los casos en que el receptor se encuentre a más de 2 metro de la pared.

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 6 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 adosados 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, y esta instalación quedará distribuida mediante la caja de protección 2.

Así mismo la distribución del alumbrado para la zona de embotellado, se realizará mediante conductores aislados bajo tubos directamente adosados a la pared a un altura de 6 metros y se distribuirá mediante la caja de protección 1.

Del mismo modo, para la Climatización de las barricas y el alumbrado de la nave de barricas, se distribuirá con la ayuda de la caja de protección 3 y mediante conductores aislados bajo tubos directamente adosados a la pared.

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 estanca.

Los cálculos realizados para el dimensionado de conductores y canalizaciones se exponen en el apartado 2.2.2.3. del documento Cálculos del presente proyecto.



1.5.10. SOLUCIONES ADOPTADAS

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

- RV-K 0,6/1 kV RETENAX FLEX (Pirelli). Cobre electrolítico recocido de clase 5, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC.
- RZ1-K 0,6/1 kV AFUMEX 1000V (AS) (Pirelli). Cobre electrolítico recocido de clase 5, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de mezcla especial termoplástica.
- SZ1-K/RZ1-K 0,6/1 kV AFUMEX FIRS 1000V (AS+) (Pirelli). Cobre electrolítico recocido de clase 5, con aislamiento y cubierta de mezcla especial termoplástica.

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 una terna de conductores de 300 milímetros cuadrados y el neutro por dos cables unipolares de 150 milímetros cuadrados, alojados en tubo de 80 milímetros de diámetro interno.

- Canalización general.

La canalización general de la nave se realizará a través de bandeja estanca de acero galvanizado fijada a la pared a una altura de 6 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 de la entreplanta.

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 a la maquinaria de vendimia y a la maquinaria de la planta de embotellado y depósitos autovaciantes, se realizará mediante canalización en bandeja perforada de acero galvanizado fijada a la pared a 5 metros de altura hasta el punto más próximo al receptor. A partir de aquí los conductores irán alojados en tubos de PVC rígido fijado a la pared de diámetro adecuado hasta el receptor. En el caso de los receptores que estén alejados más de 2 metros de la pared, los tubos irán en galerías bajo el suelo hasta los mismos.

Las líneas de las tomas de corriente irán canalizadas en tubo de PVC rígido fijado a la pared a 3 metros de altura hasta las propias tomas.

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	RV-K	26	3x(3x300)+ 2x150	620	0,22	Enterrada en zanja de 0,84m de ancho y a 0,7m de profundidad, bajo 4 tubos de PVC de 80mm de diámetro interno (26m).
CUADRO 1	RZ1-K	49	3x50+25 +25	165	0.95	Bandeja estanca reforzada en chapa de PVC extrusionado de 400mm de ancho y a 5m de altura.
CUADRO 2	RZ1-K	46	3x95+50 +50	207	0.72	Bandeja estanca reforzada en chapa de PVC extrusionado de 400mm de ancho y a 5m de altura.



LÍNEA	CABLE	L (m)	S (mm ²)	I _{adm} (A)	ΔV Total (%)	CANALIZACIÓN
CUADRO 3	RZ1-K	24	3x25+16 +16	88	0.68	Bandeja estanca reforzada en chapa de PVC extrusionado de 400mm de ancho y a 5m de altura.
CUADRO 4	RZ1-K	25	3x35+16 +16	110	0.64	Bandeja estanca reforzada en chapa de PVC extrusionado de 400mm de ancho y a 5m de altura.
CUADRO 5	RZ1-K	26	3x35+16 +16	110	0.68	Bandeja estanca reforzada en chapa de PVC extrusionado de 400mm de ancho y a 5m de altura.
CUADRO 6	RZ1-K	11	3x70+35 +35	171	0.35	Bandeja estanca reforzada en chapa de PVC extrusionado de 400mm de ancho y a 5m de altura..
CUADRO 7	RZ1-K	5	3x50+25 +25	133	0.27	Bandeja estanca reforzada en chapa de PVC extrusionado de 400mm de ancho y a 5m de altura..
CUADRO 8	RZ1-K	6	3x95+50 +50	207	0.28	Bandeja estanca reforzada en chapa de PVC extrusionado de 400mm de ancho y a 5m de altura.
CUADRO 9	RZ1-K	7	3x70+35 +35	171	0.32	Bandeja estanca reforzada en chapa de PVC extrusionado de 400mm de ancho y a 5m 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
Alumbrado D1	RZ1-K	15	1.5+1.5 +1.5	18	1.97	Los 9 conductores irán en el interior de tubo de PVC rígido de 16 mm ² fijado a la pared y al techo.
Alumbrado D2	RZ1-K	21	1.5+1.5 +1.5	18	2.11	
Alumbrado D3	RZ1-K	28	1.5+1.5 +1.5	18	2.27	
Alumbrado E1	RZ1-K	90	1.5+1.5 +1.5	18	3.62	Los 9 conductores irán en el interior de tubo de PVC rígido de 16 mm ² fijado a la pared de la nave.
Alumbrado E2	RZ1-K	64	1.5+1.5 +1.5	18	3.05	
Alumbrado E3	RZ1-K	144	1.5+1.5 +1.5	18	3.76	
Alumbrado A1	RZ1-K	37	4+4 +4	34	3.27	Los 9 conductores irán en el interior de tubo de PVC rígido de 20 mm ² fijado a la pared y al techo.
Alumbrado A2	RZ1-K	45	4+4 +4	34	3.62	
Alumbrado A3	RZ1-K	50	4+4 +4	34	3.11	
Alumbrado Pasillo Planta Baja	RZ1-K	40	1.5+1.5 +1.5	18	2.55	Tubo de PVC rígido de 16 mm ² fijado a la pared y al techo.
Caja de Protección 1. Planta de embotellado	RZ1-K	50	3x1.5+1.5 +1.5	16	1.39	Tubo de PVC rígido de 16 mm ² fijado a la pared y al techo
Alumbrado P1	RZ1-K	14	1.5+1.5 +1.5	18	2.65	Los 9 conductores irán en el interior de tubo de PVC rígido de 16 mm ² fijado a la pared y al techo.
Alumbrado P2	RZ1-K	17	1.5+1.5 +1.5	18	2.70	
Alumbrado P3	RZ1-K	20	1.5+1.5 +1.5	18	2.75	
Tomas trifásicas 1	RZ1-K	60	3x10+10 +10	52	2.51	Tubo de PVC rígido de 32 mm ² fijado a la pared y al techo.
Tomas monofásicas 1	RZ1-K	40	10+10 +10	60	4.42	Tubo de PVC rígido de 25 mm ² fijado a la pared y al techo.
Tomas monofásicas 2	RZ1-K	30	10+10 +10	60	3.72	Tubo de PVC rígido de 25 mm ² fijado a la pared y al techo.



Cuadro auxiliar 2:

LÍNEA	CABLE	L (m)	S (mm ²)	I _{adm} (A)	ΔV Total (%)	CANALIZACIÓN
Caja de Protección 2. Entreplanta	RZ1-K	8	3x35+16 +16	110	0.79	Tubo de PVC rígido de 50 mm ² fijado a la pared y al techo.
Alumbrado Despacho 1	RZ1-K	22	1.5+1.5 +1.5	18	1.67	Tubo de PVC rígido de 16 mm ² fijado a la pared y al techo.
Alumbrado Despacho 2	RZ1-K	27	1.5+1.5 +1.5	18	1.74	Tubo de PVC rígido de 16 mm ² fijado a la pared y al techo.
Alumbrado Oficinas	RZ1-K	34	1.5+1.5 +1.5	18	1.84	Tubo de PVC rígido de 16 mm ² fijado a la pared y al techo.
Alumbrado Archivo	RZ1-K	42	1.5+1.5 +1.5	18	1.66	Tubo de PVC rígido de 16 mm ² fijado a la pared y al techo.
Alumbrado Laboratorio	RZ1-K	24	1.5+1.5 +1.5	18	2.12	Tubo de PVC rígido de 16 mm ² fijado a la pared y al techo.
Alumbrado Despacho 3	RZ1-K	22	1.5+1.5 +1.5	18	1.67	Tubo de PVC rígido de 16 mm ² fijado a la pared y al techo.
Alumbrado Pasillo	RZ1-K	67	1.5+1.5 +1.5	18	3.42	Tubo de PVC rígido de 16 mm ² fijado a la pared y al techo.
Tomas monofásicas 3	RZ1-K	29	6+6 +6	44	3.88	Tubo de PVC rígido de 20 mm ² fijado a la pared y al techo.
Tomas monofásicas 4	RZ1-K	47	6+6 +6	44	5.45	Tubo de PVC rígido de 20 mm ² fijado a la pared y al techo.
Tomas monofásicas 5	RZ1-K	27	6+6 +6	44	3.71	Tubo de PVC rígido de 20 mm ² fijado a la pared y al techo.
Alumbrado Almacén de catas	RZ1-K	14	1.5+1.5 +1.5	18	1.44	Tubo de PVC rígido de 16 mm ² fijado a la pared y al techo.
Alumbrado Vestuarios	RZ1-K	37	1.5+1.5 +1.5	18	1.77	Tubo de PVC rígido de 16 mm ² fijado a la pared y al techo.
Alumbrado Sala de catas	RZ1-K	58	1.5+1.5 +1.5	18	4.21	Tubo de PVC rígido de 16 mm ² fijado a la pared y al techo.
Alumbrado Aseo 1	RZ1-K	17	1.5+1.5 +1.5	18	1.29	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
Emergencia Entrepanta	RZ1-K (AS+)	95	1.5+1.5 +1.5	18	1.66	Tubo de PVC rígido de 16 mm ² fijado a la pared y al techo.
Emergencia zona de vestuarios y dispensario	RZ1-K (AS+)	125	1.5+1.5 +1.5	18	1.91	Tubo de PVC rígido de 16 mm ² fijado a la pared y al techo.
Emergencia zona de barricas y catas	RZ1-K (AS+)	120	1.5+1.5 +1.5	18	1.91	Tubo de PVC rígido de 16 mm ² fijado a la pared y al techo..
Emergencia zona de almacén y embotellado	RZ1-K (AS+)	130	1.5+1.5 +1.5	18	1.89	Tubo de PVC rígido de 16 mm ² fijado a la pared y al techo.
Emergencia zona de depósitos	RZ1-K (AS+)	105	1.5+1.5 +1.5	18	1.47	Tubo de PVC rígido de 16 mm ² fijado a la pared y al techo.
Emergencia zona de maquinaria de vendimia	RZ1-K (AS+)	140	1.5+1.5 +1.5	18	1.70	Tubo de PVC rígido de 16 mm ² fijado a la pared y al techo.
Caja de protección 3. Nave de barricas	RZ1-K	13	3x35+16 +16	110	0.82	Tubo de PVC rígido de 50 mm ² fijado a la pared y al techo.
Alumbrado N1	RZ1-K	29	1.5+1.5 +1.5	18	2.24	Tubo de PVC rígido de 16 mm ² fijado a la pared y al techo.
Alumbrado N2	RZ1-K	38	1.5+1.5 +1.5	18	2.50	Tubo de PVC rígido de 16 mm ² fijado a la pared y al techo.
Alumbrado N3	RZ1-K	60	1.5+1.5 +1.5	18	3.13	Tubo de PVC rígido de 16 mm ² fijado a la pared y al techo.
Alumbrado N4	RZ1-K	24	1.5+1.5 +1.5	18	2.30	Tubo de PVC rígido de 16 mm ² fijado a la pared y al techo.
Alumbrado N5	RZ1-K	55	1.5+1.5 +1.5	18	3.44	Tubo de PVC rígido de 16 mm ² fijado a la pared y al techo.
Alumbrado N6	RZ1-K	33	1.5+1.5 +1.5	18	3.04	Tubo de PVC rígido de 16 mm ² fijado a la pared y al techo.
Clima barricas	RZ1-K	6	3x4+4 +4	30	0.97	Tubo de PVC rígido de 20 mm ² fijado a la pared y al techo.
Tomas monofásicas 6	RZ1-K	30	2.5+2.5 +2.5	25	3.50	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
Tomas monofásicas 7	RZ1-K	37	2.5+2.5 +2.5	25	3.99	Tubo de PVC rígido de 16 mm ² fijado a la pared y al techo.
Tomas monofásicas 8	RZ1-K	26	2.5+2.5 +2.5	25	5.03	Tubo de PVC rígido de 16 mm ² fijado a la pared y al techo
Tomas trifásicas 2	RZ1-K	15	3x10+10 +10	52	1.11	Tubo de PVC rígido de 32 mm ² fijado a la pared y al techo
Tomas monofásicas 9	RZ1-K	30	6+6 +6	44	3.85	Tubo de PVC rígido de 20 mm ² fijado a la pared y al techo
Tomas monofásicas 10	RZ1-K	10	2.5+2.5 +2.5	25	1.53	Tubo de PVC rígido de 16 mm ² fijado a la pared y al techo
Tomas monofásicas 11	RZ1-K	28	2.5+2.5 +2.5	25	5.14	Tubo de PVC rígido de 16 mm ² fijado a la pared y al techo

Cuadro auxiliar 3:

LÍNEA	CABLE	L (m)	S (mm ²)	I _{adm} (A)	ΔV Total (%)	CANALIZACIÓN
Alumbrado S1	RZ1-K	55	4+4 +4	38	3.61	Tubo de PVC rígido de 20 mm ² fijado a la pared y al techo
Alumbrado S2	RZ1-K	49	4+4 +4	38	3.34	Tubo de PVC rígido de 20 mm ² fijado a la pared y al techo
Alumbrado S3	RZ1-K	62	6+6 +6	49	3.61	Tubo de PVC rígido de 20 mm ² fijado a la pared y al techo
Alumbrado Aseo 2	RZ1-K	23	1.5+1.5 +1.5	21	1.23	Tubo de PVC rígido de 16 mm ² fijado a la pared y al techo
Tomas trifásicas 3	RZ1-K	11	3x10+10 +10	60	0.97	Tubo de PVC rígido de 32 mm ² fijado a la pared y al techo
Tomas monofásicas 12	RZ1-K	13	2.5+2.5 +2.5	29	2.04	Tubo de PVC rígido de 16 mm ² fijado a la pared y al techo
Tomas monofásicas 13	RZ1-K	34	2.5+2.5 +2.5	29	3.54	Tubo de PVC rígido de 16 mm ² fijado a la pared y al techo
Tomas monofásicas 14	RZ1-K	27	2.5+2.5 +2.5	29	4.93	Tubo de PVC rígido de 16 mm ² fijado a la pared y al techo



Cuadro auxiliar 4:

LÍNEA	CABLE	L (m)	S (mm ²)	I _{adm} (A)	ΔV Total (%)	CANALIZACIÓN
Prensa 1	RV-K	10	3x16+10 +10	70	0.82	3m en bandeja estanca, 5 m en tubo de PVC de 32mm y 2 m en galería bajo el suelo
Prensa 2	RV-K	22	3x10+10 +10	52	1.28	13m en bandeja estanca, 5 m en tubo de PVC de 32mm y 4 m en galería bajo el suelo

Cuadro auxiliar 5:

LÍNEA	CABLE	L (m)	S (mm ²)	I _{adm} (A)	ΔV Total (%)	CANALIZACIÓN
Tolva de descarga	RV-K	37	3x2.5+2.5 +2.5	22	2.05	27m en bandeja estanca, 5 m en tubo de PVC de 20mm y 5 m en galería bajo el suelo
Despalladora	RV-K	40	3x2.5+2.5 +2.5	22	2.17	33m en bandeja estanca, 5 m en tubo de PVC de 20mm y 2 m en galería bajo el suelo
Extractor de raspón	RV-K	15	3x2.5+2.5 +2.5	22	1.10	7m en bandeja estanca, 5 m en tubo de PVC de 20mm y 3 m en galería bajo el suelo
Plataforma hidráulica	RV-K	37	3x2.5+2.5 +2.5	22	2.05	27m en bandeja estanca, 5 m en tubo de PVC de 20mm y 5 m en galería bajo el suelo
Sulfitómetro	RV-K	12	3x2.5+2.5 +2.5	22	0.96	7m en bandeja estanca, 5 m en tubo de PVC de 20mm
Báscula y medida de grado	RV-K	45	2.5+2.5 +2.5	25	5.16	35m en bandeja estanca, 5 m en tubo de PVC de 16mm y 5 m en galería bajo el suelo



Cuadro auxiliar 6:

LÍNEA	CABLE	L (m)	S (mm ²)	I _{adm} (A)	ΔV Total (%)	CANALIZACIÓN
Caldera de la embotelladora	RV-K	15	3x16+10 +10	70	0.55	9m en bandeja estanca, 5 m en tubo de PVC de 50mm y 1 m en galería bajo el suelo
Filtro de membrana	RV-K	14	2.5+2.5 +2.5	25	0.87	8m en bandeja estanca, 5 m en tubo de PVC de 16mm y 1 m en galería bajo el suelo
Despaletizadora	RV-K	12	3x2.5+2.5 +2.5	22	0.81	6m en bandeja estanca, 5 m en tubo de PVC de 20mm y 1 m en galería bajo el suelo
Enjuagadora	RV-K	11	2.5+2.5 +2.5	25	0.78	5m en bandeja estanca, 5 m en tubo de PVC de 16mm y 1 m en galería bajo el suelo
Llenadora / Taponadora	RV-K	14	2.5+2.5 +2.5	25	0.74	8m en bandeja estanca, 5 m en tubo de PVC de 16mm y 1 m en galería bajo el suelo
Encapsuladora	RV-K	12	2.5+2.5 +2.5	25	1.37	6m en bandeja estanca, 5 m en tubo de PVC de 16mm y 1 m en galería bajo el suelo
Etiquetadora	RV-K	11	2.5+2.5 +2.5	25	1.03	5m en bandeja estanca, 5 m en tubo de PVC de 16mm y 1 m en galería bajo el suelo
Precintadora de cajas	RV-K	11	3x2.5+2.5 +2.5	22	1.35	5m en bandeja estanca, 5 m en tubo de PVC de 20mm y 1 m en galería bajo el suelo
Tomas trifásicas 4	RV-K	14	3x10+10 +10	52	0.68	Bajo tubo de PVC de 32mm fijado a la pared
Tomas monofásicas 15	RV-K	28	2.5+2.5 +2.5	25	3.45	Bajo tubo de PVC de 16mm fijado a la pared



Cuadro auxiliar 7:

LÍNEA	CABLE	L (m)	S (mm ²)	I _{adm} (A)	ΔV Total (%)	CANALIZACIÓN
Filtro tangencial	RV-K	30	3x6+6 +6	30	1.20	24m en bandeja estanca, 5 m en tubo de PVC de 25mm y 1 m en galería bajo el suelo
Depósito Pulmón	RV-K	15	3x25+16 +16	88	0.46	9m en bandeja estanca, 5 m en tubo de PVC de 50mm y 1 m en galería bajo el suelo

Cuadro auxiliar 8:

LÍNEA	CABLE	L (m)	S (mm ²)	I _{adm} (A)	ΔV Total (%)	CANALIZACIÓN
Grupo de frío	RV-K	13	3x95+50 +50	207	0.41	7m en bandeja estanca, 5 m en tubo de PVC de 75mm y 1 m en galería bajo el suelo

Cuadro auxiliar 9:

LÍNEA	CABLE	L (m)	S (mm ²)	I _{adm} (A)	ΔV Total (%)	CANALIZACIÓN
Alumbrado Dep1	RZ1-K	25	1.5+1.5 +1.5	18	2.53	Tubo de PVC rígido de 16mm ² fijado a la pared y al techo
Alumbrado Dep2	RZ1-K	29	1.5+1.5 +1.5	18	2.84	Tubo de PVC rígido de 16mm ² fijado a la pared y al techo
Alumbrado Dep3	RZ1-K	33	1.5+1.5 +1.5	18	3.16	Tubo de PVC rígido de 16mm ² fijado a la pared y al techo
Tomas trifásicas 5	RZ1-K	80	3x16+10 +10	80	3.45	Tubo de PVC rígido de 32 mm ² fijado a la pared y al techo



LÍNEA	CABLE	L (m)	S (mm ²)	I _{adm} (A)	ΔV Total (%)	CANALIZACIÓN
Tomas monofásicas 16	RZ1-K	9	10+10 +10	60	1.12	Tubo de PVC rígido de 25 mm ² fijado a la pared y al techo
Tomas monofásicas 17	RZ1-K	17	10+10 +10	60	1.62	Tubo de PVC rígido de 25 mm ² fijado a la pared y al techo
Tomas monofásicas 18	RZ1-K	35	10+10 +10	60	2.74	Tubo de PVC rígido de 25 mm ² fijado a la pared y al techo
Tomas monofásicas 19	RZ1-K	20	10+10 +10	60	1.60	Tubo de PVC rígido de 25 mm ² fijado a la pared y al techo
Tomas monofásicas 20	RZ1-K	30	10+10 +10	60	2.12	Tubo de PVC rígido de 25 mm ² fijado a la pared y al techo
Tomas monofásicas 21	RZ1-K	37	10+10 +10	60	2.48	Tubo de PVC rígido de 25 mm ² fijado a la pared y al 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 sobreenintensidades 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 tra 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.

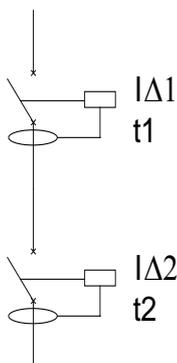
Una condición esencial que debe satisfacerse para alcanzar una coordinación selectiva es que el valor $I_{\Delta 1}$ del interruptor diferencial situado aguas arriba sea superior al doble del valor $I_{\Delta 2}$ del interruptor diferencial situado aguas abajo.

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.





1.6.7. 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.

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

CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN					
LÍNEA	DATOS DE LA LÍNEA			PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA	PROTECCIÓN DIFERENCIAL
	CABLE (mm ²)	I _{cc} máxima (KA)	I _n (A)	DISPOSITIVO	DISPOSITIVO
CABECERA	3x(3x300)+ 2x150	16.1	1215	Masterpact NT12 (Merlin Gerin), 4P 1250A, PdC=42kA	Vigirex RH99 (Merlin Gerin) y toroidal 280x115

CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN				
LÍNEA	DATOS DE LA LÍNEA			PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA
	CABLE (mm ²)	I _{cc} máxima (KA)	I _n (A)	DISPOSITIVO
CUADRO AUXILIAR 1	3x50 +25	16.1	89.5	Interruptor Automático Magnetotérmico. Curva C. I _n =100A. PdC=36kA. GW97046
CUADRO AUXILIAR 2	3x95 +50	16.1	143.2	Interruptor Automático Magnetotérmico. Curva C. I _n =160A. PdC=36kA. GW97048
CUADRO AUXILIAR 3	3x25 +16	16.1	68.2	Interruptor Automático Magnetotérmico. Curva C. I _n =80A. PdC=36kA. GW97045
CUADRO AUXILIAR 4	3x35 +16	16.1	97.9	Interruptor Automático Magnetotérmico. Curva C. I _n =100A. PdC=36kA. GW97046
CUADRO AUXILIAR 5	3x25 +16	16.1	68.15	Interruptor Automático Magnetotérmico. Curva C. I _n =80A. PdC=36kA. GW97045
CUADRO AUXILIAR 6	3x70 +35	16.1	113.6	Interruptor Automático Magnetotérmico. Curva C. I _n =125A. PdC=36kA. GW97047
CUADRO AUXILIAR 7	3x50 +25	16.1	85.5	Interruptor Automático Magnetotérmico. Curva C. I _n =100A. PdC=36kA. GW97046
CUADRO AUXILIAR 8	3x95 +50	16.1	180.6	Interruptor Automático Magnetotérmico. Curva C. I _n =200A. PdC=36kA. Compact NS
CUADRO AUXILIAR 9	3x70 +35	16.1	131.7	Interruptor Automático Magnetotérmico. Curva C. I _n =160A. PdC=36kA. GW97048
BATERÍA AUTOMÁTICA	3x185 +95	16.1	360	Interruptor Automático Magnetotérmico. Curva C. I _n =400A. PdC=36kA. GW97425



2.- Cuadro Auxiliar 1:

CUADRO AUXILIAR 1				
LÍNEA	DATOS DE LA LÍNEA			PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA
	CABLE (mm ²)	I _{cc} máxima (KA)	In (A)	DISPOSITIVO
CABECERA	3x50 +25	16.1	89.5	Seccionador Interpact INS100 28909 Tetrapolar. Ith=100 A (Merlin Gerin)

CUADRO AUXILIAR 1				
LÍNEA	DATOS DE LA LÍNEA			PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA
	CABLE (mm ²)	I _{cc} máxima (KA)	In (A)	DISPOSITIVO
Alumbrado D1	1.5 +1.5	8.8	2.11	MT 60 (Gewiss) GW92024 1P + N. In=4A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C
Alumbrado D2	1.5 +1.5	8.8	2.11	MT 60 (Gewiss) GW92024 1P + N. In=4A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C
Alumbrado D3	1.5 +1.5	8.8	2.11	MT 60 (Gewiss) GW92024 1P + N. In=4A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C
Alumbrado E1	1.5 +1.5	8.8	2.05	MT 60 (Gewiss) GW92024 1P + N. In=4A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C
Alumbrado E2	1.5 +1.5	8.8	2.05	MT 60 (Gewiss) GW92024 1P + N. In=4A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C
Alumbrado E3	1.5 +1.5	8.8	1.36	MT 60 (Gewiss) GW92024 1P + N. In=4A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C
Alumbrado A1	4 +4	8.8	10.91	MT 60 (Gewiss) GW92027 1P + N. In=16A; Icn =10 KA;Curva Tipo C
Alumbrado A2	4 +4	8.8	10.91	MT 60 (Gewiss) GW92027 1P + N. In=16A; Icn =10 KA;Curva Tipo C
Alumbrado A3	4 +4	8.8	7.27	MT 60 (Gewiss) GW92027 1P + N. In=16A; Icn =10 KA;Curva Tipo C
Alumbrado Pasillo P. Baja	1.5 +1.5	8.8	2.13	MT 60 (Gewiss) GW92024 1P + N. In=4A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C
Caja de protección 1	3x1.5 +1.5	8.8	1.64	MT 60 (Gewiss) GW92083 4P. In=4A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C
Alumbrado P1	1.5 +1.5	0.4	1.64	MTC 45 (Gewiss) GW90025 1P + N. In=6A; Icn = 4.5 KA Curva Tipo C
Alumbrado P2	1.5 +1.5	0.4	1.64	MTC 45 (Gewiss) GW90025 1P + N. In=6A; Icn = 4.5 KA Curva Tipo C



CUADRO AUXILIAR 1				
LÍNEA	DATOS DE LA LÍNEA			PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA
	CABLE (mm ²)	I _{cc} máxima (KA)	In (A)	DISPOSITIVO
Alumbrado P3	1.5 +1.5	0.4	1.64	MTC 45 (Gewiss) GW90025 1P + N. In=6A; Icn = 4.5 KA Curva Tipo C
Tomas trifásicas 1	3x10 +10	8.8	32.00	MT 60 (Gewiss) GW92091 Tetrapolar. In=40A; Icn=10 KA; Curva Tipo C
Tomas monofásicas 1	10 +10	8.8	42.88	MT 60 (Gewiss) GW92032 1P + N. In=50A; Icn = 10 KA Curva Tipo C
Tomas monofásicas 1	10 +10	8.8	42.88	MT 60 (Gewiss) GW92032 1P + N. In=50A; Icn = 10 KA Curva Tipo C

3.- Cuadro Auxiliar 2:

CUADRO AUXILIAR 2				
LÍNEA	DATOS DE LA LÍNEA			PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA
	CABLE (mm ²)	I _{cc} máxima (KA)	In (A)	DISPOSITIVO
CABECERA	3x95 +50	16.1	143.2	Seccionador Interpact INS160 28913 Tetrapolar. Ith=160 A (Merlin Gerin)

CUADRO AUXILIAR 2				
LÍNEA	DATOS DE LA LÍNEA			PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA
	CABLE (mm ²)	I _{cc} máxima (KA)	In (A)	DISPOSITIVO
Caja de protección 2.	3x35 +16	11.2	108.15	MTHP 160 (Gewiss) GW93349 4P. In=125A; Icn=16 KA; Curva Tipo C
Alumbrado Despacho 1	1.5 +1.5	9.8	1.31	MT 60 (Gewiss) GW92024 1P + N. In=4A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C
Alumbrado Despacho 2	1.5 +1.5	9.8	1.31	MT 60 (Gewiss) GW92024 1P + N. In=4A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C
Alumbrado Oficinas	1.5 +1.5	9.8	1.31	MT 60 (Gewiss) GW92024 1P + N. In=4A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C



CUADRO AUXILIAR 2				
LÍNEA	DATOS DE LA LÍNEA			PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA
	CABLE (mm ²)	I _{cc} máxima (KA)	In (A)	DISPOSITIVO
Alumbrado Archivo	1.5 +1.5	9.8	0.65	MT 60 (Gewiss) GW92024 1P + N. In=4A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C
Alumbrado Laboratorio	1.5 +1.5	9.8	2.95	MT 60 (Gewiss) GW92024 1P + N. In=4A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C
Alumbrado Despacho 3	1.5 +1.5	9.8	1.31	MT 60 (Gewiss) GW92024 1P + N. In=4A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C
Alumbrado Pasillo	1.5 +1.5	9.8	2.84	MT 60 (Gewiss) GW92024 1P + N. In=4A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C
Tomas monofásicas 3	6 +6	9.8	32.16	MT 60 (Gewiss) GW92031 1P + N. In=40A; Icn =10 KA; Curva Tipo C
Tomas monofásicas 4	6 +6	9.8	32.16	MT 60 (Gewiss) GW92031 1P + N. In=40A; Icn =10 KA; Curva Tipo C
Tomas monofásicas 5	6 +6	9.8	32.16	MT 60 (Gewiss) GW92031 1P + N. In=40A; Icn =10 KA; Curva Tipo C
Alumbrado Almacén Catas	1.5 +1.5	11.2	1.31	MT 100 (Gewiss) GW92645 1P + N. In=6A; Icn = 15 KA Curva Tipo C
Alumbrado vestuarios	1.5 +1.5	11.2	1.31	MT 100 (Gewiss) GW92645 1P + N. In=6A; Icn = 15 KA Curva Tipo C
Alumbrado Sala de catas	1.5 +1.5	11.2	4.73	MT 100 (Gewiss) GW92645 1P + N. In=6A; Icn = 15 KA Curva Tipo C
Alumbrado Aseo 1	1.5 +1.5	11.2	0.25	MT 100 (Gewiss) GW92645 1P + N. In=6A; Icn = 15 KA Curva Tipo C
Caja de protección 3	3x35 +16	11.2	98.52	MTHP 160 (Gewiss) GW93349 4P. In=125A; Icn=16 KA; Curva Tipo C
Alumbrado N1	1.5 +1.5	9.1	2.64	MT 60 (Gewiss) GW92024 1P + N. In=4A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C
Alumbrado N2	1.5 +1.5	9.1	2.64	MT 60 (Gewiss) GW92024 1P + N. In=4A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C
Alumbrado N3	1.5 +1.5	9.1	2.64	MT 60 (Gewiss) GW92024 1P + N. In=4A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C
Alumbrado N4	1.5 +1.5	9.1	3.41	MT 60 (Gewiss) GW92024 1P + N. In=4A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C
Alumbrado N5	1.5 +1.5	9.1	3.41	MT 60 (Gewiss) GW92024 1P + N. In=4A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C
Alumbrado N6	1.5 +1.5	9.1	4.55	MT 60 (Gewiss) GW92025 1P + N. In=6A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C
Climatización de barricas	3x4 +4	9.1	14.64	MT 60 (Gewiss) GW92088 4P. In=20A; Icn = 10 KA Curva Tipo C
Tomas monofásicas 6	2.5 +2.5	9.1	10.72	MT 60 (Gewiss) GW92027 1P + N. In=16A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C



CUADRO AUXILIAR 2				
LÍNEA	DATOS DE LA LÍNEA			PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA
	CABLE (mm ²)	I _{cc} máxima (KA)	In (A)	DISPOSITIVO
Tomas monofásicas 7	2.5 +2.5	9.1	10.72	MT 60 (Gewiss) GW92027 1P + N. In=16A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C
Tomas monofásicas 8	2.5 +2.5	9.1	21.44	MT 60 (Gewiss) GW92029 1P + N. In=25A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C
Alumbado Em. Entreplanta	1.5 +1.5	11.2	0.41	MT 100 (Gewiss) GW92645 1P + N. In=6A; Icn = 15 KA Curva Tipo C
Alumbado Em. Vest y Dispen.	1.5 +1.5	11.2	0.49	MT 100 (Gewiss) GW92645 1P + N. In=6A; Icn = 15 KA Curva Tipo C
Alumbado Em. Barrica y catas	1.5 +1.5	11.2	0.52	MT 100 (Gewiss) GW92645 1P + N. In=6A; Icn = 15 KA Curva Tipo C
Alumbado Em. Alma. y Embot	1.5 +1.5	11.2	0.46	MT 100 (Gewiss) GW92645 1P + N. In=6A; Icn = 15 KA Curva Tipo C
Alumbado Em. Depósitos	1.5 +1.5	11.2	0.20	MT 100 (Gewiss) GW92645 1P + N. In=6A; Icn = 15 KA Curva Tipo C
Alumbado Em. Maq. vendimia	1.5 +1.5	11.2	0.30	MT 100 (Gewiss) GW92645 1P + N. In=6A; Icn = 15 KA Curva Tipo C
Tomas trifásicas 2	3x10 +10	11.2	32.00	MT 100 (Gewiss) GW92691 4P. In=40A; Icn = 15 KA Curva Tipo C
Tomas monofásicas 9	6 +6	11.2	32.16	MT 100 (Gewiss) GW92651 1P + N. In=40A; Icn = 15 KA Curva Tipo C
Tomas monofásicas 10	2.5 +2.5	11.2	10.72	MT 100 (Gewiss) GW92647 1P + N. In=16A; Icn = 15 KA; Curva Tipo C
Tomas monofásicas 11	2.5 +2.5	11.2	21.44	MT 100 (Gewiss) GW92649 1P + N. In=25A; Icn = 15 KA; Curva Tipo C

4.- Cuadro Auxiliar 3:

CUADRO AUXILIAR 3				
LÍNEA	DATOS DE LA LÍNEA			PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA
	CABLE (mm ²)	I _{cc} máxima (KA)	In (A)	DISPOSITIVO
CABECERA	3x25 +16	16.1	68.2	Seccionador Interpact INS80 28905 Tetrapolar. Ith=80 A (Merlin Gerin)



CUADRO AUXILIAR 3				
LÍNEA	DATOS DE LA LÍNEA			PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA
	CABLE (mm ²)	I _{cc} máxima (KA)	In (A)	DISPOSITIVO
Alumbrado S1	4 +4	9.4	10.91	MT 60 (Gewiss) GW92027 1P + N. In=16A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C
Alumbrado S2	4 +4	9.4	10.91	MT 60 (Gewiss) GW92027 1P + N. In=16A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C
Alumbrado S3	6 +6	9.4	14.55	MT 60 (Gewiss) GW92027 1P + N. In=16A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C
Alumbrado Aseo 2	1.5 +1.5	9.4	0.15	MT 60 (Gewiss) GW92024 1P + N. In=4A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C
Tomas trifásicas 3	3x10 +10	9.4	32.00	MT 60 (Gewiss) GW92091 4P. In=40A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C
Tomas monofásicas 12	2.5 +2.5	9.4	10.72	MT 60 (Gewiss) GW92027 1P + N. In=16A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C
Tomas monofásicas 13	2.5 +2.5	9.4	10.72	MT 60 (Gewiss) GW92027 1P + N. In=16A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C
Tomas monofásicas 14	2.5 +2.5	9.4	21.44	MT 60 (Gewiss) GW92029 1P + N. In=25A; Icn =10 KA; Curva Tipo 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
CABECERA	3x35 +16	16.1	97.9	Seccionador Interpact INS100 28909 Tetrapolar. Ith=100 A (Merlin Gerin)



CUADRO AUXILIAR 4				
LÍNEA	DATOS DE LA LÍNEA			PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA
	CABLE (mm ²)	I _{cc} máxima (KA)	In (A)	DISPOSITIVO
Prensa 1	3x16 +10	10.7	54.43	MT 100 (Gewiss) GW92693 4P. In=63A; Icn = 15 KA; Curva Tipo C
Prensa 2	3x10 +10	10.7	43.54	MT 100 (Gewiss) GW92692 4P. In=50A; Icn = 15 KA; Curva Tipo C

6.- Cuadro Auxiliar 5:

CUADRO AUXILIAR 5				
LÍNEA	DATOS DE LA LÍNEA			PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA PROTECCIÓN DIFERENCIAL
	CABLE (mm ²)	I _{cc} máxima (KA)	In (A)	DISPOSITIVO
CABECERA	3x25 +16	16.1	68.1	Seccionador Interpact INS80 28905 Tetrapolar. Ith=80 A (Merlin Gerin)

CUADRO AUXILIAR 5				
LÍNEA	DATOS DE LA LÍNEA			PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA
	CABLE (mm ²)	I _{cc} máxima (KA)	In (A)	DISPOSITIVO
Tolva de descarga	3x2.5 +2.5	8.9	12.95	MT 60 (Gewiss) GW92087 4P. In=16A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C
Despalilladora	3x2.5 +2.5	8.9	12.66	MT 60 (Gewiss) GW92087 4P. In=16A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C
Extractor de raspón	3x2.5 +2.5	8.9	10.01	MT 60 (Gewiss) GW92087 4P. In=16A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C
Plataforma Hidráulica	3x2.5 +2.5	8.9	17.37	MT 60 (Gewiss) GW92088 4P. In=20A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C
Sulfitómetro	3x2.5 +2.5	8.9	9.53	MT 60 (Gewiss) GW92087 4P. In=16A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C
Báscula y medida de grado	2.5 +2.5	8.9	5.63	MT 60 (Gewiss) GW92026 1P + N. In=10A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C



7.- Cuadro Auxiliar 6:

CUADRO AUXILIAR 6				
LÍNEA	DATOS DE LA LÍNEA			PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA
	CABLE (mm ²)	I _{cc} máxima (KA)	In (A)	DISPOSITIVO
CABECERA	3x70 +35	16.1	113.6	Seccionador Interpact INS125 28911 Tetrapolar. Ith=125 A (Merlin Gerin)

CUADRO AUXILIAR 6				
LÍNEA	DATOS DE LA LÍNEA			PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA
	CABLE (mm ²)	I _{cc} máxima (KA)	In (A)	DISPOSITIVO
Caldera de la embotelladora	3x16 +10	14.8	42.2	MT 100 (Gewiss) GW92692 4P. In=50A; Icn = 15 KA; Curva Tipo C
Filtro de membrana	2.5 +2.5	14.8	1.64	MT 100 (Gewiss) GW92645 1P + N. In=6A; Icn = 15 KA; Curva Tipo C
Despaletizadora	3x2.5 +2.5	14.8	14.17	MT 100 (Gewiss) GW92688 4P. In=20A; Icn = 15 KA; Curva Tipo C
Enjuagadora	2.5 +2.5	14.8	1.28	MT 100 (Gewiss) GW92645 1P + N. In=6A; Icn = 15 KA; Curva Tipo C
Llenadora / Taponadora	2.5 +2.5	14.8	0.87	MT 100 (Gewiss) GW92645 1P + N. In=6A; Icn = 15 KA; Curva Tipo C
Encapsuladora	2.5 +2.5	14.8	4.10	MT 100 (Gewiss) GW92645 1P + N. In=6A; Icn = 15 KA; Curva Tipo C
Etiquetadora	2.5 +2.5	14.8	2.53	MT 100 (Gewiss) GW92645 1P + N. In=6A; Icn = 15 KA; Curva Tipo C
Precintadora de cajas	3x2.5 +2.5	14.8	9.50	MT 100 (Gewiss) GW92687 4P. In=16A; Icn = 15 KA; Curva Tipo C
Tomas trifásicas 4	3x10 +10	14.8	32.00	MT 100 (Gewiss) GW92691 4P. In=40A; Icn = 15 KA; Curva Tipo C
Tomas monofásicas 15	2.5 +2.5	14.8	16.00	MT 100 (Gewiss) GW92648 1P + N. In=20A; Icn = 15 KA; Curva Tipo C



8.- Cuadro Auxiliar 7:

CUADRO AUXILIAR 7				
LÍNEA	DATOS DE LA LÍNEA			PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA
	CABLE (mm ²)	I _{cc} máxima (KA)	In (A)	DISPOSITIVO
CABECERA	3x50 +25	16.1	85.5	Seccionador Interpact INS100 28909 Tetrapolar. Ith=100 A (Merlin Gerin)

CUADRO AUXILIAR 7				
LÍNEA	DATOS DE LA LÍNEA			PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA
	CABLE (mm ²)	I _{cc} máxima (KA)	In (A)	DISPOSITIVO
Filtro tangencial	3x6 +6	15.4	26.20	MT 250 (Gewiss) GW92890 4P. In=32A; Icn = 25 KA; Curva Tipo C
Depósito Pulmón	3x25 +16	15.4	59.29	MTHP 160 (Gewiss) GW93348 4P. In=100A; Icn = 16 KA; Curva Tipo C

9.- Cuadro Auxiliar 8:

CUADRO AUXILIAR 8				
LÍNEA	DATOS DE LA LÍNEA			PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA
	CABLE (mm ²)	I _{cc} máxima (KA)	In (A)	DISPOSITIVO
Grupo de frío	3x95 +50	16.1	180.6	Seccionador Interpact INS200 31103 Tetrapolar. Ith=200 A (Merlin Gerin)

CUADRO AUXILIAR 8				
LÍNEA	DATOS DE LA LÍNEA			PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA
	CABLE (mm ²)	I _{cc} máxima (KA)	In (A)	DISPOSITIVO
Grupo de frío	3x95 +50	15.4	180.6	Interruptor Automático Magnetotérmico. Curva C. I _n =250A. PdC=36kA. GW97308



10.- Cuadro Auxiliar 9:

CUADRO AUXILIAR 9				
LÍNEA	DATOS DE LA LÍNEA			PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA
	CABLE (mm ²)	I _{cc} máxima (KA)	In (A)	DISPOSITIVO
CABECERA	3x70 +35	16.1	131.7	Seccionador Interpact INS160 28913 Tetrapolar. Ith=160 A (Merlin Gerin)

CUADRO AUXILIAR 9				
LÍNEA	DATOS DE LA LÍNEA			PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA
	CABLE (mm ²)	I _{cc} máxima (KA)	In (A)	DISPOSITIVO
Alumbrado Depósitos 1	1.5 +1.5	15.2	7.27	MT 250 (Gewiss) GW92846 1P + N. In=10A; Icn = 25 KA; Curva Tipo C
Alumbrado Depósitos 2	1.5 +1.5	15.2	7.27	MT 250 (Gewiss) GW92846 1P + N. In=10A; Icn = 25 KA; Curva Tipo C
Alumbrado Depósitos 3	1.5 +1.5	15.2	7.27	MT 250 (Gewiss) GW92846 1P + N. In=10A; Icn = 25 KA; Curva Tipo C
Tomas trifásicas 5	3x16 +10	15.2	48.00	MT 250 (Gewiss) GW92892 4P. In=50A; Icn = 25 KA; Curva Tipo C
Tomas monofásicas 16	10 +10	15.2	38.40	MT 250 (Gewiss) GW92851 1P + N. In=40 ^a ; Icn = 25 KA; Curva Tipo C
Tomas monofásicas 17	10 +10	15.2	38.40	MT 250 (Gewiss) GW92851 1P + N. In=40A; Icn = 25 KA; Curva Tipo C
Tomas monofásicas 18	10 +10	15.2	38.40	MT 250 (Gewiss) GW92851 1P + N. In=40 ^a ; Icn = 25 KA; Curva Tipo C
Tomas monofásicas 19	10 +10	15.2	32.00	MT 250 (Gewiss) GW92851 1P + N. In=40A; Icn = 25 KA; Curva Tipo C
Tomas monofásicas 20	10 +10	15.2	32.00	MT 250 (Gewiss) GW92851 1P + N. In=40 ^a ; Icn = 25 KA; Curva Tipo C
Tomas monofásicas 21	10 +10	15.2	32.00	MT 250 (Gewiss) GW92851 1P + N. In=40A; Icn = 25 KA; Curva Tipo C



11.- Cuadros auxiliares secundarios:

- Cuadro auxiliar 1.1: Planta embotelladora:

CUADRO AUXILIAR 1.1. Planta Embotelladora				
LÍNEA	DATOS DE LA LÍNEA			PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA
	CABLE (mm ²)	I _{cc} máxima (KA)	In (A)	DISPOSITIVO
CABECERA	3x1.5 +1.5	8.8	1.64	MT 60 (Gewis) GW92024 4P. In=4A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C

CUADRO AUXILIAR 1.1. Planta Embotelladora				
LÍNEA	DATOS DE LA LÍNEA			PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA
	CABLE (mm ²)	I _{cc} máxima (KA)	In (A)	DISPOSITIVO
Alumbrado Planta embotelladora 1	1.5 +1.5	0.38	1.64	MTC 45 (Gewis) GW90025 1P + N. In=6A; Icn = 4.5 KA; Curva Tipo C
Alumbrado Planta embotelladora 2	1.5 +1.5	0.38	1.64	MTC 45 (Gewis) GW90025 1P + N. In=6A; Icn = 4.5 KA; Curva Tipo C
Alumbrado Planta embotelladora 2	1.5 +1.5	0.38	1.64	MTC 45 (Gewis) GW90025 1P + N. In=6A; Icn = 4.5 KA; Curva Tipo C

- Cuadro auxiliar 2.1: Entreplanta

CUADRO AUXILIAR 2.1 Entreplanta				
LÍNEA	DATOS DE LA LÍNEA			PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA
	CABLE (mm ²)	I _{cc} máxima (KA)	In (A)	DISPOSITIVO
CABECERA	3x35 +16	11.2	108.2	MTHP 160 (Gewis) GW93349 4P.In=125A;Icn =16 KA Curva Tipo C



CUADRO AUXILIAR 2.1. Entreplanta				
LÍNEA	DATOS DE LA LÍNEA			PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA
	CABLE (mm²)	I_{cc} máxima (KA)	In (A)	DISPOSITIVO
Alumbrado Despacho 1	1.5 +1.5	9.8	1.31	MT 60 (Gewiss) GW92024 1P + N. In=4A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C
Alumbrado Despacho 2	1.5 +1.5	9.8	1.31	MT 60 (Gewiss) GW92024 1P + N. In=4A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C
Alumbrado Oficinas	1.5 +1.5	9.8	1.31	MT 60 (Gewiss) GW92024 1P + N. In=4A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C
Alumbrado Archivo	1.5 +1.5	9.8	0.65	MT 60 (Gewiss) GW92024 1P + N. In=4A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C
Alumbrado Laboratorio	1.5 +1.5	9.8	2.95	MT 60 (Gewiss) GW92024 1P + N. In=4A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C
Alumbrado Despacho 3	1.5 +1.5	9.8	1.31	MT 60 (Gewiss) GW92024 1P + N. In=4A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C
Alumbrado Pasillo	1.5 +1.5	9.8	2.84	MT 60 (Gewiss) GW92024 1P + N. In=4A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C
Tomas monofásicas 3	6 +6	9.8	32.2	MT 60 (Gewiss) GW92031 1P + N. In=40A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C
Tomas monofásicas 4	6 +6	9.8	32.2	MT 60 (Gewiss) GW92031 1P + N. In=40A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C
Tomas monofásicas 5	6 +6	9.8	32.2	MT 60 (Gewiss) GW92031 1P + N. In=40A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C

- *Cuadro auxiliar 2.2: Nave de barricas:*

CUADRO AUXILIAR 2.2. Entreplanta				
LÍNEA	DATOS DE LA LÍNEA			PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA
	CABLE (mm²)	I_{cc} máxima (KA)	In (A)	DISPOSITIVO
CABECERA	3x35 +16	11.2	98.52	MTHP 160 (Gewiss) GW93349 4P.In=125A;Icn =16 KA Curva Tipo C



CUADRO AUXILIAR 2.2. Entreplanta				
LÍNEA	DATOS DE LA LÍNEA			PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA
	CABLE (mm²)	I_{cc} máxima (KA)	In (A)	DISPOSITIVO
Alumbrado Nave barricas 1	1.5 +1.5	9.1	2.64	MT 60 (Gewiss) GW92024 1P + N. In=4A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C
Alumbrado Nave barricas 2	1.5 +1.5	9.1	2.64	MT 60 (Gewiss) GW92024 1P + N. In=4A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C
Alumbrado Nave barricas 3	1.5 +1.5	9.1	2.64	MT 60 (Gewiss) GW92024 1P + N. In=4A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C
Alumbrado Nave barricas 4	1.5 +1.5	9.1	3.41	MT 60 (Gewiss) GW92024 1P + N. In=4A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C
Alumbrado Nave barricas 5	1.5 +1.5	9.1	3.41	MT 60 (Gewiss) GW92024 1P + N. In=4A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C
Alumbrado Nave barricas 6	1.5 +1.5	9.1	4.55	MT 60 (Gewiss) GW92025 1P + N. In=6A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C
Climatización de barricas	3x4 +4	9.1	18.31	MT 60 (Gewiss) GW92088 4P. In=20A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C
Tomas monofásicas 6	2.5 +2.5	9.1	11.91	MT 60 (Gewiss) GW92027 1P + N. In=16A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C
Tomas monofásicas 7	2.5 +2.5	9.1	11.91	MT 60 (Gewiss) GW92027 1P + N. In=16A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C
Tomas monofásicas 8	2.5 +2.5	9.1	23.82	MT 60 (Gewiss) GW92029 1P + N. In=25A; Icn = 10 KA; Curva Tipo C



- *Protección Diferencial:*

CUADRO AUXILIAR 1				
LÍNEA	REGULACIÓN			PROTECCIÓN DIFERENCIAL
	Sensibilidad amperimétrica (mA)	Sensibilidad cronométrica (s)	I_n (A)	DISPOSITIVO
AUXILIAR 1	30	0.3	25	Interruptor diferencial Puro GW94672
AUXILIAR 2	300	0.3	63	Interruptor diferencial Puro GW94723
AUXILIAR 3	300	0.3	125	Interruptor diferencial Puro GW95458

CUADRO AUXILIAR 2				
LÍNEA	REGULACIÓN			PROTECCIÓN DIFERENCIAL
	Sensibilidad amperimétrica (mA)	Sensibilidad cronométrica (s)	I_n (A)	DISPOSITIVO
AUXILIAR 1	30	0.3	125	Interruptor diferencial Puro GW95458
AUXILIAR 2	300	0.3	125	Interruptor diferencial Puro GW95458
AUXILIAR 3	30	0.3	25	Interruptor diferencial Puro GW94672
AUXILIAR 4	300	0.3	125	Interruptor diferencial Puro GW95458

CUADRO AUXILIAR 3				
LÍNEA	REGULACIÓN			PROTECCIÓN DIFERENCIAL
	Sensibilidad amperimétrica (mA)	Sensibilidad cronométrica (s)	I_n (A)	DISPOSITIVO
AUXILIAR 1	30	0.3	63	Interruptor diferencial Puro GW94712
AUXILIAR 2	300	0.3	80	Interruptor diferencial Puro GW94723

CUADRO AUXILIAR 4				
LÍNEA	REGULACIÓN			PROTECCIÓN DIFERENCIAL
	Sensibilidad amperimétrica (mA)	Sensibilidad cronométrica (s)	I_n (A)	DISPOSITIVO
AUXILIAR 1	300	0.3	125	Interruptor diferencial Puro GW95458

**CUADRO AUXILIAR 5**

LÍNEA	REGULACIÓN			PROTECCIÓN DIFERENCIAL
	Sensibilidad amperimétrica (mA)	Sensibilidad cronométrica (s)	In (A)	DISPOSITIVO
AUXILIAR 1	300	0.3	40	Interruptor diferencial Puro GW94683
AUXILIAR 2	300	0.3	40	Interruptor diferencial Puro GW94683

CUADRO AUXILIAR 6

LÍNEA	REGULACIÓN			PROTECCIÓN DIFERENCIAL
	Sensibilidad amperimétrica (mA)	Sensibilidad cronométrica (s)	In (A)	DISPOSITIVO
AUXILIAR 1	300	0.3	80	Interruptor diferencial Puro GW94723
AUXILIAR 2	300	0.3	80	Interruptor diferencial Puro GW94723

CUADRO AUXILIAR 7

LÍNEA	REGULACIÓN			PROTECCIÓN DIFERENCIAL
	Sensibilidad amperimétrica (mA)	Sensibilidad cronométrica (s)	In (A)	DISPOSITIVO
AUXILIAR 1	300	0.3	100	Interruptor diferencial Puro GW94733

CUADRO AUXILIAR 8

LÍNEA	REGULACIÓN			PROTECCIÓN DIFERENCIAL
	Sensibilidad amperimétrica (mA)	Sensibilidad cronométrica (s)	In (A)	DISPOSITIVO
AUXILIAR 1	300	0.3	250	Interruptor diferencial Vigirex RH99 (Merlin Gerin) con toroidal MA120

CUADRO AUXILIAR 9

LÍNEA	REGULACIÓN			PROTECCIÓN DIFERENCIAL
	Sensibilidad amperimétrica (mA)	Sensibilidad cronométrica (s)	In (A)	DISPOSITIVO
AUXILIAR 1	30	0.3	25	Interruptor diferencial Puro GW94672
AUXILIAR 2	300	0.3	125	Interruptor diferencial Puro GW95458
AUXILIAR 3	300	0.3	80	Interruptor diferencial Puro GW94723
AUXILIAR 4	300	0.3	80	Interruptor diferencial Puro GW94723



CUADRO AUXILIAR 1.1 Planta Embotelladora

LÍNEA	REGULACIÓN			PROTECCIÓN DIFERENCIAL
	Sensibilidad amperimétrica (mA)	Sensibilidad cronométrica (s)	In (A)	DISPOSITIVO
AUXILIAR 1	30	0.3	25	Interruptor diferencial Puro GW94672

CUADRO AUXILIAR 2.1. Entreplanta

LÍNEA	REGULACIÓN			PROTECCIÓN DIFERENCIAL
	Sensibilidad amperimétrica (mA)	Sensibilidad cronométrica (s)	In (A)	DISPOSITIVO
AUXILIAR 1	30	0.3	25	Interruptor diferencial Puro GW94672
AUXILIAR 2	300	0.3	25	Interruptor diferencial Puro GW94673

CUADRO AUXILIAR 2.2. Nave de barricas

LÍNEA	REGULACIÓN			PROTECCIÓN DIFERENCIAL
	Sensibilidad amperimétrica (mA)	Sensibilidad cronométrica (s)	In (A)	DISPOSITIVO
AUXILIAR 1	30	0.3	25	Interruptor diferencial Puro GW94672
AUXILIAR 2	300	0.3	25	Interruptor diferencial Puro GW94673
AUXILIAR 3	300	0.3	25	Interruptor diferencial Puro GW94673



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.
- Desconectados 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:

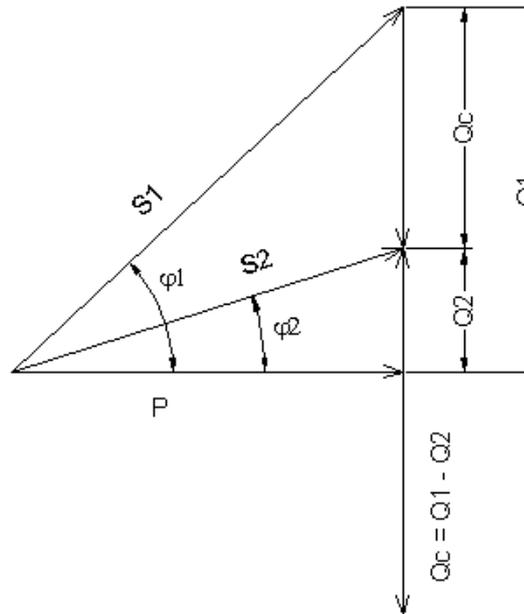
- Por compensación automática, mediante un dispositivo automático regulador, medidor del factor de potencia, que conecta o desconecta escalones de baterías de condensadores según el factor de potencia del conjunto de la instalación. Los aparatos de maniobra pueden ser contactores o interruptores estáticos 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 triángulo 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 modular de 50 kVAr Varplus M4 400V estándar de Merlin Gerin que irá protegida por el interruptor automático de dicho cuadro.

Se compensará la energía reactiva global de la instalación, mediante la colocación de una batería de condensadores automática Rectimat 2 clase H 400V de 245 kAVr, repartidos en 1 bloques de 35 kVAr y 3 de 70 kVAr.

La sección del conductor que alimenta la batería será de $3 \times 185 \text{mm}^2$, y el conjunto irá protegido por un interruptor-seccionador situado en el cuadro general de distribución GW97425 de Gewiss, tetrapolar de 400 amperios y poder de corte de 36 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 mm².

- *Derivaciones de la línea principal de tierra*, que estarán compuestas por conductores de cobre de sección 2,5 mm² si disponen de una protección mecánica y 4 mm² 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 bodega un metro por el exterior, y en cada vértice tendrá una pica de acero recubierto de cobre de 14 mm de diámetro y 2 metros de longitud.

El número total de picas será 6, y toda la red estará unida al mallazo metálico de cimentación. Todas las uniones se realizarán mediante soldadura aluminotérmica.

Se dispondrá de tres puntos de puesta a tierra con arquetas de conexión. Uno de ellos, 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 bodega.



1.9. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN



1.9.1. INTRODUCCIÓN

El Centro de Transformación proyectado para la bodega estará situado en un edificio independiente destinado a alojar en su interior las instalaciones. El edificio quedará ubicado en la parte trasera de la bodega. 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 800 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 bodega, 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 Merlin Gerin de 24 kV, equipadas con apartamento fija, bajo envolvente metálica, que utiliza el hexafluoruro de azufre (SF6) como aislante y agente de corte en los aparatos siguientes:

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

Responden, en su concepción y fabricación, a la definición de apartamento bajo envolvente 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 Merlin Gerin, 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 1000 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° 10.

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 Merlin Gerin 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 GCS D con salida lateral superior por barras a derecha, de dimensiones 750 mm de ancho, 1600 mm de alto y 1038 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 salida inferior derecha por barras, modelo DM1-D, de dimensiones 750 mm de ancho, 1600 mm de alto y 1220 mm de profundidad. Tensión asignada de 24 kV y límite térmico de 20 kA. Equipamiento:

- Interruptor automático Fluarc SFset de 25kA de poder de corte.
- Seccionador de puesta a tierra (SF6).
- Juego de barras tripolar.
- Mando interruptor automático RI manual.
- Mando seccionador CS1 manual dependiente, con enclavamiento por cerradura.
- 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 GBC-C, de dimensiones 750 mm de ancho, 1600 mm de alto y 1038 mm de profundidad. Tensión asignada de 24 kV y límite térmico de 20 kA. Equipamiento:

- 3 transformadores de intensidad 50/5 A, 15 VA Clase 0,5.
- 3 transformadores de tensión bipolares 13200-22000/110 V, 50 VA Clase 0,5.
- Juego de barras tripolar para entrada lateral inferior.
- 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 1600mm de alto, 470 mm de ancho y 500 mm de profundidad, y en su interior alojará los siguientes elementos:

- Regleta de verificación normalizada por la Compañía Suministradora.
- Contador de energía activa de triple tarifa, CL 1.
- Contador de energía reactiva de simple tarifa, CL 3.
- Reloj de conmutación de tarifas.

1.9.5.1.5. Cuadro de transformación:

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 380 V entre fases y 220 V entre fase y neutro. Tendrá el neutro accesible en baja tensión y será de refrigeración natural y en baño de aceite mineral, de la marca Merlin Gerin.

Este tipo de transformador está fabricado con tecnología de llenado integral, que garantiza un menor grado de degradación del líquido aislante y refrigerante al no poner en contacto con el aire ninguna superficie (no existe cámara de aire bajo tapa ni depósito de expansión). El elemento diferenciador radica en el recipiente del líquido aislante, llamado cuba elástica, que está constituido en chapa de acero con aletas en forma de acordeón.



Las características más relevantes del transformador son las siguientes:

▪	Potencia asignada	800 kVA
▪	Tensión nominal primaria	13200/20000 V
▪	Tensión secundaria	400 V
▪	Regulación sin tensión	$\pm 2,5\%$, $\pm 5\%$; +2,5%, +5%, +7,5%, +10%
▪	Pérdidas en vacío	1550 W
▪	Tensión de cortocircuito	6%
▪	Rendimiento 75% carga	99,00% ($\cos \varphi = 1$)
▪	Grupo de conexión	Dyn11

Dado que se prevé un coeficiente de simultaneidad en la bodega para maquinaria y alumbrado del 100%, la potencia de consumo en condiciones normales de trabajo será de unos 541 kVA, por lo que el transformador estará trabajando normalmente a menos del 70% de su capacidad.

El transformador estará protegido contra sobretensiones por medio de un relé de seguridad de circuito óhmico de corriente alterna y 220V, con poder de conmutación de los contactos de nivel de aceite y detección de gas de 2A, de los contactos de presostato de 6A y de contactos de termostatos de 16A. Integrando funciones de:

- Detección de emisión de gases del líquido dieléctrico.
- Detección de descenso accidental del nivel del líquido dieléctrico.
- Detección de aumento excesivo de la presión que se ejerce sobre la cuba.
- Lectura de la temperatura del líquido dieléctrico.
- Visualización del líquido por medio de un pequeño flotador.

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, y pasatapas PAT 24e/250.

La conexión en el lado de baja tensión se realizará al cuadro de baja tensión del centro de transformación, mediante pasatapas PAT 1e/2000, y barras de cobre perforadas de 50 mm de ancho y espesor de 5 mm.

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 la zona de barricas de la bodega, a 20 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 1690x580x290 mm, con sistema de embarrado compuesto por soporte horizontal tetrapolar con 4 barras, por fase, de cobre de 40x10 mm de sección y con relé electrónico MTSE 1600 (GEWISS), 4P 1250A y 50 kA de poder de corte, 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.

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 de cobre de 14 mm de diámetro y 2 m de longitud. Ésta instalación estará separada 10 metros de la puesta a tierra de protección, por lo que quedará unida al neutro del transformador mediante un conductor aislado de 50 mm² de aislamiento 0,6/1 kV, protegido bajo tubo de PVC de 16 mm de diámetro y grado de protección 7 como mínimo, enterrado a 0,5 m de profundidad.

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.

Las cajas de seccionamiento de la tierra de servicio y protección estarán separadas por una distancia mínima de 1 metro.

1.9.6. INSTALACIONES SECUNDARIAS

- Alumbrado:

En el interior del centro de transformación se instalará un mínimo de dos puntos de luz capaces 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 dos luminarias industriales estancas con reflector en chapa de aluminio anodizado y difusor termoconformado en metacrilato incoloro, modelo 652-FLMX de INDALUX (IP-55, Clase I), 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 trifásica de 32 amperios y otra 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 48 kVAr.



- Protección contra incendios:

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

- Ventilación:

La ventilación del centro de transformación se realizará de modo natural por convección mediante las rejillas de entrada y salida de aire dispuestas para tal efecto. Se dispondrá de una rejilla lateral inferior para entrada de aire de $2,31\text{m}^2$, y tres rejillas situadas en la parte superior de superficie total $2,46\text{m}^2$ para la salida del aire.

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 TRESCIENTOS CUARENTA Y NUEVE MIL SETECIENTOS ONCE EUROS CON SETENTA Y CINCO CENTIMOS DE EURO. Desglosado de la siguiente manera:

TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	233.702,05 €
GASTOS GENERALES (6% P.E.M.)	14.022,12 €
BENEFICIO INDUSTRIAL (15% P.E.M.)	35.055,31 €
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	282.779,48 €
I.V.A. (16%)	45.244,72 €
HONORARIOS REDACCIÓN DE PROYECTO Y DIRECCIÓN DE OBRA (8% P.E.M.)	18.696,16 €
I.V.A. (16%)	2.991,39 €
TOTAL	349.711,75 €



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 TECNOLÓGICAS DE LA EDIFICACIÓN. (NTE-IE).
 - NORMAS PARTICULARES DE IBERDROLA.
 - Ley 31/1995 de 8 de noviembre de PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.
 - 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).
 - 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 LUZNOR.
 - Catálogo de conductores de PIRELLI.
 - Catálogo de distribución en baja tensión de MERLIN GERIN.
 - Catálogo de productos de baja tensión de ABB.
 - Catálogo de distribución en baja tensión de GEWISS.
 - Catálogo de medida y control en las instalaciones eléctricas de MERLIN GERIN.
 - Catálogo de distribución media tensión y centros de transformación de 24kV de MERLIN GERIN.
- PÁGINAS WEB CONSULTADAS:
 - www.prysmian.es
 - www.philips.es
 - www.voltimum.es
 - www.pirelli.es
 - www.schneider-electric.es
 - www.basor.com



El Ingeniero Técnico Industrial Eléctrico

Eduardo Jaime García

Pamplona, 30 de noviembre de 2006.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELECTRICA EN BAJA TENSION PARA
BODEGA Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

CÁLCULOS

Eduardo Jaime García

Tutora: Marta Solano Goñi

Pamplona, 30 de Noviembre de 2006



2. CÁLCULOS:



ÍNDICE:

2.1. CÁLCULOS DE ALUMBRADO	4
2.1.1. ALUMBRADO INTERIOR	5
2.1.2. ALUMBRADO DE EMERGENCIA	11
2.1.3. ALUMBRADO EXTERIOR	18
2.2. CALCULO DE CONDUCTORES Y CANALIZACIONES	19
2.2.1. CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE LÍNEA	20
2.2.2. DIMENSIONADO DE CONDUCTORES Y CANALIZACIONES.....	28
2.2.2.1. LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN	28
2.2.2.2. LÍNEAS A LOS CUADROS AUXILIARES	29
2.2.2.3. LÍNEAS A LOS RECEPTORES	30
2.3. CÁLCULOS DE LAS PROTECCIONES	40
2.3.1. CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO	41
2.3.1.1. SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR	41
2.3.1.2. CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN	42
2.3.1.3. CUADROS AUXILIARES	43
2.4. CÁLCULOS DE LA COMPENSACIÓN DE LA ENERGÍA REACTIVA	51
2.4.1. CÁLCULO DE LA ENERGÍA REACTIVA	52
2.4.2. ENERGÍA REACTIVA DEL TRANSFORMADOR	52
2.4.3. CÁLCULO DE LAS LÍNEAS DE ALIMENTACIÓN DE LAS BATERÍAS	53
2.4.4. CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES DE LAS BATERÍAS	53
2.4.5. JUSTIFICACIÓN DE LA MEJORA DEL FACTOR DE POTENCIA ...	53
2.5. CÁLCULOS DE LA PUESTA A TIERRA	55
2.5.1. RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA	56
2.5.2. ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA	56
2.6. CÁLCULOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	59
2.6.1. INTENSIDAD EN EL LADO DE MEDIA TENSIÓN	60
2.6.2. INTENSIDAD EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN	60
2.6.3. CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO	60
2.6.3.1. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE MEDIA TENSIÓN	61
2.6.3.2. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN	61



2.6.4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO	61
2.6.4.1. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA	62
2.6.4.2. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA	63
2.6.5. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA	64
2.6.5.1. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO.....	64
2.6.5.2. DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO DE ELIMINACIÓN	64
2.6.5.3. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA Y LAS TENSIONES DE PASO Y DE CONTACTO	65
2.6.5.4. SEPARACIÓN ENTRE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN Y SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DE SERVICIO	67
2.6.6. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN	68
2.6.7. DIMENSIONADO DE LA FOSA DE RECOGIDA DE ACEITE	69



2.1. CÁLCULOS DE ALUMBRADO



2.1.1. ALUMBRADO INTERIOR

La instalación de la iluminación interior de la bodega 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 bodega 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 el local utilizado para embotellado, 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 bodega.

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 (valor recomendado por la norma NTE-IT) en todos los locales salvo en los pasillos de la planta baja y entreplanta 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 los vestuarios, sala de embotellado, laboratorio, dispensario de vino y zona de maquinaria de vendimia, en los que 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 bodega. Se colocarán lámparas de vapor de mercurio en aquellas zonas en las que se necesite de gran eficacia luminosa dada la amplia superficie del local, como son la nave destinada a almacenaje, la nave de maquinaria de vendimia, así como la zona de depósitos. Se utilizarán downlights empotrables en las zonas de tránsito (pasillos de planta baja y entreplanta), así como en aquellos locales en los que se necesita focalizar la luz en un punto como son la sala de catas y reuniones o los aseos.

Para la iluminación de las zonas exteriores utilizaremos lámparas de vapor de sodio 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.

En todos los demás locales de la bodega, se colocarán lámparas fluorescentes dada su amplia gama de tipos, su bajo coste económico, su larga duración y su temperatura de color, que hace que se potencie la concentración. Además, en la zona de barricas, se dispondrán de varios proyectores con lámparas de vapor de sodio con el objetivo de darle a una estancia que será objeto de visitas, un tipo de luz para entornos íntimos y agradables que resalte el colorido de la barrica. Combinando a los proyectores, se utilizarán lámparas fluorescentes para el pasillo de recorrido interior de la zona destinada a almacén de barricas.



A la hora de calcular el factor de reflexión, las paredes y techos de los locales son de colores claros mientras que este valor para el plano útil variará entre 0,1 (10% de reflexión) de la madera de la mesa de catas y reuniones hasta el 0,3 (30% de reflexión) de zonas como planta de embotellado, archivo, despachos, etc.

Se realiza una limpieza periódica de los aparatos de alumbrado y luminarias de toda la bodega. Se consideran la zona de almacenaje, planta embotelladora, zona de maquinaria de vendimia y zona de depósitos 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 bodega 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)	Iluminación media, E (lx)	Indice del local, K	Factor de utilización, F _u	Factor de conservación, F _c
Despacho 1	19.2	500	0.72	0.77	0.85
Despacho 2	19.2	500	0.72	0.77	0.85
Oficina	27.9	500	0.88	0.84	0.85
Archivo	9.8	500	0.47	0.55	0.80
Despacho 3	22.5	500	0.79	0.80	0.85
Laboratorio	42.9	700	0.97	0.87	0.85
Pasillo de la entreplanta	37.4	250	0.92	0.85	0.80
	51.2	250	1.18	0.93	0.80
Vestuarios	38.7	250	0.76	0.58	0.80
Almacén de catas y reuniones	42.9	200	0.72	0.60	0.80



LOCAL	Superficie, S (m ²)	Iluminación media, E (lx)	Índice del local, K	Factor de utilización, F _u	Factor de conservación, F _c
Sala de catas y reuniones	57.2	500	0.88	0.73	0.85
Aseos 1	7.5	120	0.23	0.70	0.80
	4.4	120	0.24	0.70	0.80
Pasillo de la planta baja	11.9	250	0.57	0.70	0.80
	10.3	250	0.52	0.70	0.80
	25.1	250	0.73	0.66	0.80
Dispensario de vino	169.3	400	1.46	0.89	0.80
Almacén	595.9	150	2.03	0.86	0.70
	59.2	150	0.63	0.56	0.70
Nave de Barricas	157.8	400	0.60	0.70	0.70
	434.0	400	1.43	0.98	0.70
Planta embotelladora	158.2	350	1.00	0.88	0.70
Zona de depósitos	313.9	250	1.42	0.80	0.70
Maquinaria de vendimia	385.5	400	1.52	0.90	0.70
Aseos 2	7.5	120	0.23	0.70	0.80
	4.4	120	0.24	0.70	0.80
Centro de transformación	10.55	150	0.60	0.24	0.80



CÁLCULO DEL NÚMERO DE APARATOS DE ALUMBRADO:

LOCAL	Rendimiento de la luminaria, η (%)	Flujo total necesario, Φ_t (lm)	Lámparas por luminaria	Flujo unitario lámpara, Φ_u (lm)	Nº total de aparatos de alumbrado
Despacho 1	0.93	15772	2	3350	8
Despacho 2	0.93	15772	2	3350	8
Oficina	0.93	21059	2	3350	8
Archivo	0.93	11975	2	3350	4
Despacho 3	0.93	17690	2	3350	8
Laboratorio	0.89	45654	3	3200	18
Pasillo de la entreplanta	0.69	19869	1	1800	11
	0.69	24934	1	1800	13
Vestuarios	0.93	22421	2	3350	8
Almacén de catas y reuniones	0.93	19093	2	3350	8
Sala de catas y reuniones	0.69	66983	1	1800	40
Aseos 1	0.67	2399	1	1200	2
	0.67	1391	1	1200	1
Pasillo de la planta baja	0.67	7922	1	1800	4
	0.67	6883	1	1800	4
	0.67	17703	1	1800	10



LOCAL	Rendimiento de la luminaria, η (%)	Flujo total necesario, Φ_t (lm)	Lámparas por luminaria	Flujo unitario lámparas, Φ_u (lm)	Nº total de aparatos de alumbrado
Dispensario de vino	0.90	105443	2	5200	24
Almacén	0.55	269400	1	22000	15
	0.55	40932	1	22000	1
Nave de Barricas	0.90	143129	2	5200	30
	1.12	225921	1	28000	10
Planta embotelladora	0.93	96652	2	3350	30
Zona de depósitos	0.55	254789	1	22000	12
Maquinaria de vendimia	0.55	445022	1	22000	20
Aseos 2	0.67	2399	1	1200	2
	0.67	1391	1	1200	1
Centro de transformación	0.93	8863	2	3350	4

El número definitivo de aparatos de alumbrado es de 304 lámparas que serán instaladas en 222 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.



A continuación queda reflejada la tabla utilizada para la obtención del factor de utilización, que depende así mismo de los coeficientes de reflexión y del índice del local que se calcule.

Cuando el cálculo del índice del local no coincida exactamente con los números que aparecen en la presente tabla se procederá a la interpolación de los mismos, consiguiéndose así una mayor precisión en el rendimiento del local.

TABLA DE RENDIMIENTO DEL LOCAL PARA LUMINARIAS CON ALUMBRADO DIRECTO:

FACTORES DE REFLEXIÓN										
Techo	0.8		0.7				0.5		0.3	
Paredes	0.7		0.7		0.5		0.3		0.3	
Plano útil	0.3	0.1	0.3	0.1	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Índice del local, K	Rendimiento del local									
0.60	0.72	0.66	0.70	0.65	0.58	0.56	0.50	0.55	0.49	0.49
0.80	0.83	0.76	0.81	0.74	0.70	0.66	0.60	0.64	0.59	0.59
1.00	0.91	0.81	0.88	0.80	0.77	0.72	0.66	0.71	0.66	0.65
1.25	0.98	0.87	0.95	0.85	0.85	0.79	0.73	0.77	0.73	0.72
1.50	1.02	0.90	0.99	0.88	0.90	0.82	0.77	0.81	0.76	0.75
2.00	1.08	0.94	1.05	0.94	0.97	0.88	0.83	0.86	0.82	0.81
2.50	1.12	0.97	1.09	0.95	1.02	0.91	0.87	0.89	0.86	0.85
3.00	1.15	0.99	1.11	0.97	1.05	0.93	0.90	0.91	0.89	0.87
4.00	1.19	1.01	1.14	0.99	1.09	0.96	0.94	0.94	0.92	0.90
5.00	1.21	1.02	1.16	1.01	1.12	0.98	0.961	0.96	0.94	0.92



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 DESPACHO Nº 1			
<i>LONGITUD (M)</i>	4.80 m.	<i>Altura de instalación de aparatos</i>	2.30 m.
<i>ANCHURA (M)</i>	4.00 m.	<i>Separación entre aparatos</i>	9.20 m.
<i>ALTURA (M)</i>	3.00 m.	<i>Lúmenes a instalar</i>	96 lm.
<i>SUPERFICIE (M²)</i>	19.2	<i>Aparatos a instalar</i>	1

ALUMBRADO DE EMERGENCIA DESPACHO Nº 2			
<i>LONGITUD (M)</i>	4.80 m.	<i>Altura de instalación de aparatos</i>	2.30 m.
<i>ANCHURA (M)</i>	4.00 m.	<i>Separación entre aparatos</i>	9.20 m.
<i>ALTURA (M)</i>	3.00 m.	<i>Lúmenes a instalar</i>	96 lm.
<i>SUPERFICIE (M²)</i>	19.2	<i>Aparatos a instalar</i>	1

ALUMBRADO DE EMERGENCIA OFICINAS			
<i>LONGITUD (M)</i>	5.70 m.	<i>Altura de instalación de aparatos</i>	2.30 m.
<i>ANCHURA (M)</i>	4.90 m.	<i>Separación entre aparatos</i>	9.20 m.
<i>ALTURA (M)</i>	3.00 m.	<i>Lúmenes a instalar</i>	140 lm.
<i>SUPERFICIE (M²)</i>	27.9	<i>Aparatos a instalar</i>	1



ALUMBRADO DE EMERGENCIA ARCHIVO

<i>LONGITUD (M)</i>	2.00 m.	<i>Altura de instalación de aparatos</i>	2.30 m.
<i>ANCHURA (M)</i>	4.90 m.	<i>Separación entre aparatos</i>	9.20 .
<i>ALTURA (M)</i>	3.00 m.	<i>Lúmenes a instalar</i>	49 lm.
<i>SUPERFICIE (M²)</i>	9.8	<i>Aparatos a instalar</i>	1

ALUMBRADO DE EMERGENCIA DESPACHO N° 3

<i>LONGITUD (M)</i>	4.50 m.	<i>Altura de instalación de aparatos</i>	2.30 m.
<i>ANCHURA (M)</i>	5.00 m.	<i>Separación entre aparatos</i>	9.20 m.
<i>ALTURA (M)</i>	3.00 m.	<i>Lúmenes a instalar</i>	113 lm.
<i>SUPERFICIE (M²)</i>	22.5	<i>Aparatos a instalar</i>	1

ALUMBRADO DE EMERGENCIA LABORATORIO

<i>LONGITUD (M)</i>	3.95 m.	<i>Altura de instalación de aparatos</i>	2.30 m.
<i>ANCHURA (M)</i>	11 m.	<i>Separación entre aparatos</i>	9.20 m.
<i>ALTURA (M)</i>	3.00 m.	<i>Lúmenes a instalar</i>	215 lm.
<i>SUPERFICIE (M²)</i>	42.9	<i>Aparatos a instalar</i>	2



ALUMBRADO DE EMERGENCIA PASILLO DE LA ENTREPLANTA

<i>LONGITUD (M)</i>	17.70 m.	<i>Altura de instalación de aparatos</i>	2.30 m.
<i>ANCHURA (M)</i>	9.00 m.	<i>Separación entre aparatos</i>	9.20 m.
<i>ALTURA (M)</i>	3.00 m.	<i>Lúmenes a instalar</i>	443 lm.
<i>SUPERFICIE (M²)</i>	79.2	<i>Aparatos a instalar</i>	2

ALUMBRADO DE EMERGENCIA VESTUARIOS

<i>LONGITUD (M)</i>	7.90 m.	<i>Altura de instalación de aparatos</i>	2.30 m.
<i>ANCHURA (M)</i>	4.90 m.	<i>Separación entre aparatos</i>	9.20 m.
<i>ALTURA (M)</i>	3.00 m.	<i>Lúmenes a instalar</i>	194 lm.
<i>SUPERFICIE (M²)</i>	38.7	<i>Aparatos a instalar</i>	3

ALUMBRADO DE EMERGENCIA ALMACEN DE CATAS Y REUNIONES

<i>LONGITUD (M)</i>	11.00 m.	<i>Altura de instalación de aparatos</i>	2.30 m.
<i>ANCHURA (M)</i>	3.87 m.	<i>Separación entre aparatos</i>	9.20 m.
<i>ALTURA (M)</i>	3.00 m.	<i>Lúmenes a instalar</i>	215 lm.
<i>SUPERFICIE (M²)</i>	42.9	<i>Aparatos a instalar</i>	2



ALUMBRADO DE EMERGENCIA SALA DE CATAS Y REUNIONES

<i>LONGITUD (M)</i>	11.00 m.	<i>Altura de instalación de aparatos</i>	2.30 m.
<i>ANCHURA (M)</i>	5.18 m.	<i>Separación entre aparatos</i>	9.20 m.
<i>ALTURA (M)</i>	3.00 m.	<i>Lúmenes a instalar</i>	286 lm.
<i>SUPERFICIE (M²)</i>	57.2	<i>Aparatos a instalar</i>	2

ALUMBRADO DE EMERGENCIA ASEO Nº 1

<i>LONGITUD (M)</i>	3.95 m.	<i>Altura de instalación de aparatos</i>	2.30 m.
<i>ANCHURA (M)</i>	4.5 m.	<i>Separación entre aparatos</i>	9.20 m.
<i>ALTURA (M)</i>	3.00 m.	<i>Lúmenes a instalar</i>	59 lm.
<i>SUPERFICIE (M²)</i>	12.0	<i>Aparatos a instalar</i>	1

ALUMBRADO DE EMERGENCIA PASILLO DE LA PLANTA BAJA

<i>LONGITUD (M)</i>	18.00 m.	<i>Altura de instalación de aparatos</i>	2.30 m.
<i>ANCHURA (M)</i>	9.00 m.	<i>Separación entre aparatos</i>	9.20 m.
<i>ALTURA (M)</i>	3.00 m.	<i>Lúmenes a instalar</i>	236 lm.
<i>SUPERFICIE (M²)</i>	47.2	<i>Aparatos a instalar</i>	2



ALUMBRADO DE EMERGENCIA DISPENSARIO DE VINO

<i>LONGITUD (M)</i>	20.90 m.	<i>Altura de instalación de aparatos</i>	2.30 m.
<i>ANCHURA (M)</i>	8.10 m.	<i>Separación entre aparatos</i>	9.20 m.
<i>ALTURA (M)</i>	3.00 m.	<i>Lúmenes a instalar</i>	847 lm.
<i>SUPERFICIE (M²)</i>	169.3	<i>Aparatos a instalar</i>	3

ALUMBRADO DE EMERGENCIA ALMACEN

<i>LONGITUD (M)</i>	23.60 m.	<i>Altura de instalación de aparatos</i>	4.00 m.
<i>ANCHURA (M)</i>	34.50 m.	<i>Separación entre aparatos</i>	16 m.
<i>ALTURA (M)</i>	5.00 m.	<i>Lúmenes a instalar</i>	3276 lm
<i>SUPERFICIE (M²)</i>	655.9	<i>Aparatos a instalar</i>	6

ALUMBRADO DE EMERGENCIA NAVE DE BARRICAS

<i>LONGITUD (M)</i>	11.00 m.	<i>Altura de instalación de aparatos</i>	4.00 m.
<i>ANCHURA (M)</i>	39.45 m.	<i>Separación entre aparatos</i>	16 m.
<i>ALTURA (M)</i>	5.00 m.	<i>Lúmenes a instalar</i>	2959 lm
<i>SUPERFICIE (M²)</i>	434.5	<i>Aparatos a instalar</i>	6



ALUMBRADO DE EMERGENCIA PLANTA EMBOTELLADORA

<i>LONGITUD (M)</i>	17.20 m.	<i>Altura de instalación de aparatos</i>	4.00 m.
<i>ANCHURA (M)</i>	9.25 m.	<i>Separación entre aparatos</i>	16 m.
<i>ALTURA (M)</i>	5.00 m.	<i>Lúmenes a instalar</i>	791 lm.
<i>SUPERFICIE (M²)</i>	158.2	<i>Aparatos a instalar</i>	3

ALUMBRADO DE EMERGENCIA ZONA DE DEPÓSITOS

<i>LONGITUD (M)</i>	23.60 m.	<i>Altura de instalación de aparatos</i>	4.00 m.
<i>ANCHURA (M)</i>	13.35 m.	<i>Separación entre aparatos</i>	16 m.
<i>ALTURA (M)</i>	5.00 m.	<i>Lúmenes a instalar</i>	1570 lm
<i>SUPERFICIE (M²)</i>	313.9	<i>Aparatos a instalar</i>	4

ALUMBRADO DE EMERGENCIA MAQUINARIA DE LA VENDIMIA

<i>LONGITUD (M)</i>	14.6 m.	<i>Altura de instalación de aparatos</i>	4.00 m.
<i>ANCHURA (M)</i>	27.26 m.	<i>Separación entre aparatos</i>	16 m.
<i>ALTURA (M)</i>	5.00 m.	<i>Lúmenes a instalar</i>	1928 lm
<i>SUPERFICIE (M²)</i>	385.5	<i>Aparatos a instalar</i>	5



ALUMBRADO DE EMERGENCIA ASEO Nº 2

<i>LONGITUD (M)</i>	3.95 m.	<i>Altura de instalación de aparatos</i>	2.30 m.
<i>ANCHURA (M)</i>	4.95 m.	<i>Separación entre aparatos</i>	9.20 m.
<i>ALTURA (M)</i>	3.00 m.	<i>Lúmenes a instalar</i>	60 lm.
<i>SUPERFICIE (M²)</i>	12.0	<i>Aparatos a instalar</i>	1

ALUMBRADO DE EMERGENCIA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

<i>LONGITUD (M)</i>	4.71 m.	<i>Altura de instalación de aparatos</i>	2.30 m.
<i>ANCHURA (M)</i>	2.24 m.	<i>Separación entre aparatos</i>	9.20 m.
<i>ALTURA (M)</i>	2.53 m.	<i>Lúmenes a instalar</i>	53 lm.
<i>SUPERFICIE (M²)</i>	10.6	<i>Aparatos a instalar</i>	1



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 6 metros sobre el suelo. Lo cual nos garantizará otros tantos metros de franja iluminada paralela a la fachada de la nave.

Para conseguir una iluminación media de 20 lux, correspondiente a zonas de aparcamiento de vehículos, se utilizarán lámparas de vapor de sodio de 150 vatios y flujo de 13000 lúmenes alojadas en luminarias cerradas con rendimiento del 87%. Considerando esos 6 metros de ancho iluminados, se trata de hallar la distancia de separación entre luminarias y el número de aparatos a utilizar.

$$\Phi = \frac{E * S}{\eta * f_m * \eta_A} \Rightarrow 13000 = \frac{20 * 6 * D}{0,4 * 0,75 * 0,87} \Rightarrow D = 28m$$

Siendo D la distancia mínima de separación entre luminarias.

El perímetro de la bodega tiene una longitud total de 217.2 metros, por lo tanto serán necesarios 8 aparatos de alumbrado exterior para iluminar todo el contorno exterior de la bodega. La disposición de los aparatos para alumbrado exterior queda expuesta en el plano N° 3 del presente proyecto.



2.2. CÁLCULO DE CONDUCTORES Y CANALIZACIONES



2.2.1. CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE LÍNEA

Partiendo de la potencia consumida por cada receptor de la bodega, 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 30%. El sobredimensionamiento de la instalación repercutirá especialmente tanto en la línea general de alimentación como en el centro de transformación. Por lo tanto, la corriente total obtenida que circulará por la línea general de alimentación se multiplicará por 1,3 para realizar un correcto dimensionado.



CUADRO AUXILIAR 1

RECEPTOR	UNIDADES	POTENCIA (W)	COS Ψ	INTENSIDAD (A)
Alumbrado del dispensario de vino	24	58	1	3.81
Alumbrado exterior	8	150	1	3.28
Alumbrado del almacén	16	400	1	17.5
Alumbrado del pasillo de la planta baja	18	26	1	1.28
Alumbrado de la Planta de embotellado	30	36	1	2.95
Tomas trifásicas	1	21062	1	32
Tomas monofásicas	8	3520	1	28.67
<ul style="list-style-type: none"> • Los receptores de alumbrado se multiplican por el coeficiente 1,8 (ITC-BT-44). • Las tomas trifásicas se multiplican por un coeficiente de simultaneidad de 1, y las tomas monofásicas por 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. 				
Corriente total máxima del cuadro auxiliar 1:				89.49 A



CUADRO AUXILIAR 2

RECEPTOR	UNIDADES	POTENCIA (W)	COS Ψ	INTENSIDAD (A)
Alumbrado de la entreplanta	54	36	1	5.31
	24	26	1	1.71
Alumbrado del almacén de catas y vestuario	16	36	1	1.57
Alumbrado de la sala de catas	40	26	1	2.84
Alumbrado del Aseo 1	3	18	1	0.29
Alumbrado de la nave de barricas	30	58	1	4.76
	10	250	1	6.84
Alumbrado de emergencia	1	537	1	1.47
Climatización de barricas	1	8000	0.83	18.31
Tomas trifásicas	1	21062	1	32.00
Tomas monofásicas	19	3520	1	68.08

- Los receptores de alumbrado se multiplican por el coeficiente 1,8 (ITC-BT-44).
- Las tomas trifásicas se multiplican por un coeficiente de simultaneidad de 1, y las tomas monofásicas por 0,67.
- El motor más potente es el del sistema de climatización de barricas, que se multiplicará por 1.25 (según ITC-BT 47, Artículo 3.1).
- 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 el sistema de climatización de barricas.

Corriente total máxima del cuadro auxiliar 2:

143.18 A



CUADRO AUXILIAR 3

RECEPTOR	UNIDADES	POTENCIA (W)	COS Ψ	INTENSIDAD (A)
Alumbrado de la sala de maquinaria	20	400	1	21.88
Alumbrado Aseo 2	3	18	1	0.15
Tomas trifásicas	1	21062	1	32
Tomas monofásicas	4	3520	1	14.33

- Los receptores de alumbrado se multiplican por el coeficiente 1,8 (ITC-BT-44).
- Las tomas trifásicas se multiplican por un coeficiente de simultaneidad de 1, y las tomas monofásicas por 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 únicamente se producirá en la época de máxima actividad de la bodega, en vendimia.

Corriente total máxima del cuadro auxiliar 3:

68.36 A

CUADRO AUXILIAR 4

RECEPTOR	UNIDADES	POTENCIA (W)	COS Ψ	INTENSIDAD (A)
Prensa 1	1	23500	0.82	54.42
Prensa 2	1	23500	0.82	43.54

- El motor más potente y el único es el de las prensas, cualquiera de las dos, que se multiplica por 1.25 (según ITC-BT 47. Artículo 3.1).
- 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, es decir, que trabajen las dos prensas a la vez.

Corriente total máxima del cuadro auxiliar 4:

97.96 A



CUADRO AUXILIAR 5

RECEPTOR	UNIDADES	POTENCIA (W)	COS Ψ	INTENSIDAD (A)
Tolva de descarga	1	7500	0.88	12.95
Despalilladora	1	7500	0.90	12.66
Extractor de raspón	1	5600	0.85	10.01
Plataforma Hidráulica	1	7500	0.82	17.37
Sulfitómetro	1	4640	0.74	9.53
Pincho de medida de grado	1	3000	0.81	5.63
<ul style="list-style-type: none"> • El motor más potente es el de la plataforma hidraulica, que se multiplica por 1.25 (según ITC-BT 47. Artículo 3.1). • 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 únicamente se producirá en la época de máxima actividad de la bodega, en época de vendimia. 				
Corriente total máxima del cuadro auxiliar 5:				68.15 A



CUADRO AUXILIAR 6

RECEPTOR	UNIDADES	POTENCIA (W)	COS Ψ	INTENSIDAD (A)
Caldera de la embotelladora	1	20000	0.90	42.20
Filtro de membrana	1	800	0.74	1.64
Despaletizadora	1	8300	0.89	14.17
Enjuagadora	1	750	0.89	1.28
Llenadora/Taponadora	1	480	0.84	0.87
Encapsuladora	1	2350	0.87	4.10
Etiquetadora	1	1500	0.90	2.53
Precintadora de cajas	1	5500	0.88	9.50
Tomas trifásicas	1	21062	1	32
Tomas monofásicas	2	3520	1	5.35

- El motor más potente es el de la caldera, que se multiplica por 1.25 (según ITC-BT 47. Artículo 3.1).
- 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 la caldera.
- Las tomas trifásicas se multiplican por un coeficiente de simultaneidad de 1, y las tomas monofásicas por 0,5.

Corriente total máxima del cuadro auxiliar 6:

113.64 A



CUADRO AUXILIAR 7

RECEPTOR	UNIDADES	POTENCIA (W)	COS Ψ	INTENSIDAD (A)
Filtro tangencial	1	15000	0.87	26.20
Depósito Pulmón	1	25600	0.82	59.29
<ul style="list-style-type: none"> El motor más potente es el del depósito pulmón, que se multiplica por 1.25 (según ITC-BT 47. Artículo 3.1). 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 el motor del depósito pulmón. 				
Corriente total máxima del cuadro auxiliar 7:				85.49 A

CUADRO AUXILIAR 8

RECEPTOR	UNIDADES	POTENCIA (W)	COS Ψ	INTENSIDAD (A)
Grupo de Frío	1	78000	0.82	180.65
<ul style="list-style-type: none"> El motor más potente es el del grupo de frío, que se multiplica por 1.25 (según ITC-BT 47. Artículo 3.1). El caso más desfavorable para calcular la corriente total máxima que pueda circular por la línea que alimenta el cuadro, es considerando el grupo de frío a plena carga. 				
Corriente total máxima del cuadro auxiliar 8:				180.65 A



CUADRO AUXILIAR 9				
RECEPTOR	UNIDADES	POTENCIA (W)	COS Ψ	INTENSIDAD (A)
Alumbrado de la zona de depósitos	12	400	1	13.13
Tomas trifásicas	3	21062	1	48.00
Tomas monofásicas	33	3520	1	70.59
Corriente total máxima del cuadro auxiliar 9:				131.72 A

- Los receptores de alumbrado se multiplican por el coeficiente 1,8 (ITC-BT-44).
- Las tomas trifásicas se multiplican por un coeficiente de simultaneidad de 0,5, y las tomas monofásicas por 0.4, ya que se supone un funcionamiento simultáneo del 40% de los depósitos.
- 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.

La suma de todas las corrientes individuales que circularán por cada cuadro auxiliar arroja un balance total de 978 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:

$$S_T = 1,3 * (S_{\text{maquinaria}} + S_{\text{alumbrado}} + S_{\text{tomas corriente}})$$

$$S_T = 1,3 * (297.76 + 32.41 + 210.9) = 703.4 \text{ KVA}$$

valor que se redondea a 800 kVAs, 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:

$$I_T = \frac{S_T}{\sqrt{3} * 380} = 1215.5 \text{ A}$$



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. 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 30% 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 1216 amperios. La longitud desde el centro de transformación hasta el cuadro general de distribución es de 20 metros.

Se designan 3 conductores por fase, por lo que la corriente que lleve cada conductor será un tercio de la total.

La línea irá enterrada bajo tubo, calculada como una instalación tipo, en un terreno de $1 \frac{K \cdot m}{W}$, a 25°C y a 0,7 metros de profundidad. Según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión se debe aplicar un factor de corrección de 0,76 ya que se instalarán 4 ternas de conductores unipolares a una distancia entre ellas de 0,25 metros (ITC-BT-07):

$$I_c = \frac{I}{F_c} = 1600 \text{ A por fase (533 A por conductor)}$$

La sección con intensidad admisible inmediatamente superior es, para tres conductores unipolares con aislamiento de polietileno reticulado la de 300 mm² que admite 620 amperios por conductor.

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

$$\Delta V = \frac{L * P}{c * S * V_L} = \frac{20 * 800000}{3 * 56 * 300 * 380} = 0.84 \text{ V}$$

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 (mm²)

V_L : Tensión de línea (V)



El reglamento nos permite en esta línea una caída de tensión de 1.9 voltios (0,5%), por tanto, la sección calculada es correcta (de acuerdo con la ITC-BT-19)

Así, la línea quedará constituida por una terna de cables de 300 milímetros cuadrados por cada fase, y dos cables unipolares de 150 milímetros cuadrados para el neutro dado que según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión la sección mínima del neutro para cuatro conductores (3F+N) debe de ser como mínimo la mitad para ésta sección (ITC-BT-07).

2.2.2.2. LÍNEAS A LOS CUADROS AUXILIARES

Las líneas a los cuadros auxiliares comprenden el tramo que va desde el cuadro general de alimentación 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 17.1 voltios (4.5%) y para otros usos 24.7 voltios (6.5%). Por tanto, en el peor de los casos se nos permite una caída de tensión de 17.1 voltios que es la que se va adoptar para todas las líneas. Teniendo en cuenta la caída de tensión de 0.84 voltios que teníamos de la línea anterior la tensión máxima admisible será de 16.26 voltios.

LÍNEA	POT. (W)	INT. (A)	F _c	I _c (A)	S (mm ²)	L (m)	I _{adm} (A)	ΔV (V)	ΔV (%)
CUADRO 1	59762	89.49	0.75	119.32	3x50+25	49	165	2.75	0.95
CUADRO 2	82886.6	143.18	0.75	190.91	3x95+50	46	207	1.89	0.72
CUADRO 3	38495.3	68.21	0.80	85.26	3x25+16	24	88	1.74	0.68
CUADRO 4	47000	97.96	1.00	97.96	3x35+16	25	110	1.58	0.64
CUADRO 5	35740	68.15	0.75	90.87	3x35+16	26	110	1.75	0.68
CUADRO 6	64261.7	113.64	0.75	151.52	3x70+35	11	171	0.47	0.35
CUADRO 7	40600	85.49	0.90	94.99	3x50+25	5	133	0.19	0.27
CUADRO 8	78000	180.65	1.00	180.65	3x95+50	6	207	0.23	0.28
CUADRO 9	82857	131.72	0.80	164.65	3x70+35	7	171	0.39	0.32

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.



2.2.2.3. 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 bodega:

Cuadro Auxiliar 1:

El alumbrado del dispensario de vino se repartirá entre las tres fases. Así cada fase alimentará 4 luminarias. El alumbrado exterior se dividirá en tres líneas de las cuales dos fases alimentarán 3 luminarias y la tercera fase alimentará 2 luminarias. El almacén también se repartirá entre las 3 fases de las cuales 2 alimentarán a 6 luminarias y la otra a 4 luminarias. La iluminación del pasillo de la planta baja se alimentará con una sola línea.

Finalmente la iluminación de la planta embotelladora quedará alimentada con las tres fases que se repartirán 5 luminarias de 2 lámparas cada una, desde la caja de protección de la planta de embotellado

Todas las líneas son de alumbrado, por lo que la caída de tensión total no debe superar el 4,5% (ITC-BT-19 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión). En los tramos anteriores la caída de tensión era de 3.59 voltios (0.84 voltios debido a la línea general de alimentación y 2.75 voltios del cuadro auxiliar 1), por lo tanto la caída de tensión máxima monofásica permitida en los tramos siguientes será:

$$\Delta V = \left(220 \times \frac{4.5}{100} \right) - 3.59 \text{ voltios} = 6.31 \text{ voltios}$$

En cuanto a la caída de tensión para para distribución trifásica será:

$$\Delta V = \left(380 \times \frac{4.5}{100} \right) - 3.59 \text{ voltios} = 13.51 \text{ voltios}$$



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 (%)
Alumbrado D1	464	2.11	1	2.11	1.5+1.5	15	18	0.75	1.97
Alumbrado D2	464	2.11	1	2.11	1.5+1.5	21	18	1.05	2.11
Alumbrado D3	464	2.11	1	2.11	1.5+1.5	28	18	1.41	2.27
Alumbrado E1	450	2.05	1	2.05	1.5+1.5	90	18	4.38	3.62
Alumbrado E2	450	2.05	1	2.05	1.5+1.5	64	18	3.12	3.05
Alumbrado E3	300	1.36	1	1.36	1.5+1.5	144	18	4.68	3.76
Alumbrado A1	2400	10.91	1	10.91	4+4	37	34	3.60	3.27
Alumbrado A2	2400	10.91	1	10.91	4+4	45	34	4.38	3.62
Alumbrado A3	2000	9.09	1	9.09	4+4	50	34	3.25	3.11
Alumbrado Pasillo Planta Baja	468	2.13	1	2.13	1.5+1.5	40	18	2.03	2.55
Cuadro Auxiliar 1.1 Planta embotelladora	1080	1.64	1	1.64	3x1.5+1.5	50	16	1.69	1.39
Alumbrado P1	360	1.64	1	1.64	1.5+1.5	14	18	0.55 (+1.69)	2.65
Alumbrado P2	360	1.64	1	1.64	1.5+1.5	17	18	0.66 (+1.69)	2.70
Alumbrado P3	360	1.64	1	1.64	1.5+1.5	20	18	0.78 (+1.69)	2.75
Tomas trifásicas 1	21062	32	0.90	35.56	3x10+10	60	52	5.94	2.51
Tomas monofásicas 1	9433.6	42.88	0.90	47.64	10+10	40	60	6.13	4.42
Tomas monofásicas 2	9433.6	42.88	0.90	47.64	10+10	30	60	4.59	3.72



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 2.73 voltios (0.84 voltios debido a la línea general de alimentación y 1.89 voltios del cuadro auxiliar 2), por lo tanto las caídas de tensión máxima permitidas en los tramos siguientes será:

Alumbrado (4,5%):

Monofásica:

$$\Delta V = \left(220 \times \frac{4.5}{100}\right) - 2.73 \text{ voltios} = 7.17 \text{ voltios}$$

Trifásica:

$$\Delta V = \left(380 \times \frac{4.5}{100}\right) - 2.73 \text{ voltios} = 14.37 \text{ voltios}$$

Otros usos (6.5%):

Monofásica:

$$\Delta V = \left(220 \times \frac{6.5}{100}\right) - 2.73 \text{ voltios} = 11.57 \text{ voltios}$$

Trifásica:

$$\Delta V = \left(380 \times \frac{6.5}{100}\right) - 2.73 \text{ voltios} = 21.97 \text{ voltios}$$

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 (%)
Cuadro auxiliar 2.1 Entreplanta	23793.6	108.15	1	108.15	3x35+16	8	110	0.26	0.79
Alumbrado Despacho 1	288	1.31	1	1.31	1.5+1.5	22	18	0.69 (+0.26)	1.67
Alumbrado Despacho 2	288	1.31	1	1.31	1.5+1.5	27	18	0.84 (+0.26)	1.74
Alumbrado Oficinas	288	1.31	1	1.31	1.5+1.5	34	18	1.06 (+0.26)	1.84
Alumbrado Archivo	144	0.65	1	0.65	1.5+1.5	42	18	0.65 (+0.26)	1.66
Alumbrado Laboratorio	648	2.95	1	2.95	1.5+1.5	24	18	1.68 (+0.26)	2.12
Alumbrado Despacho3	288	1.31	1	1.31	1.5+1.5	22	18	0.69 (+0.26)	1.67



LÍNEA	POT. (W)	INT. (A)	F _c	I _c (A)	S (mm ²)	L (m)	I _{adm} (A)	ΔV (V)	ΔV (%)
Alumbrado Pasillo	624	2.84	1	2.84	1.5+1.5	67	18	4.52 (+0.26)	3.42
Tomas monofásicas 3	7075.2	32.16	0.90	35.73	6+6	29	44	5.55 (+0.26)	3.88
Tomas monofásicas 4	7075.2	32.16	0.90	35.73	6+6	47	44	9.00 (+0.26)	5.45
Tomas monofásicas 5	7075.2	32.16	0.90	35.73	6+6	27	44	5.17 (+0.26)	3.71
Alumbrado Almacén de catas	288	1.31	1	1.31	1.5+1.5	14	18	0.44	1.44
Alumbrado de vestuarios	288	1.31	1	1.31	1.5+1.5	37	18	1.15	1.77
Alumbrado de la sala de catas	1040	4.73	1	4.73	1.5+1.5	58	18	6.53	4.21
Alumbrado del Aseo 1	54	0.25	1	0.25	1.5+1.5	17	18	0.10	1.29
Cuadro Auxiliar 2.2. Barricas	21673.6	98.52	1	98.52	3x35+16	13	110	0.38	0.82
Alumbrado N1	580	2.64	1	2.64	1.5+1.5	29	18	1.82 (+0.53)	2.24
Alumbrado N2	580	2.64	1	2.64	1.5+1.5	38	18	2.39 (+0.53)	2.50
Alumbrado N3	580	2.64	1	2.64	1.5+1.5	60	18	3.77 (+0.53)	3.13
Alumbrado N4	750	3.41	1	3.41	1.5+1.5	24	18	1.95 (+0.53)	2.30
Alumbrado N5	750	3.41	1	3.41	1.5+1.5	55	18	4.46 (+0.53)	3.44
Alumbrado N6	1000	4.55	1	4.55	1.5+1.5	33	18	3.57 (+0.53)	3.04
Climatización	8000	14.64	0.80	18.30	3x4+4	6	30	0.56 (+0.53)	0.97
Tomas monofásicas 6	2358.4	10.72	0.90	11.91	2.5+2.5	30	25	4.59 (+0.53)	3.50
Tomas monofásicas 7	2358.4	10.72	0.90	11.91	2.5+2.5	37	25	5.67 (+0.53)	3.99
Tomas monofásicas 8	4716.8	21.44	0.90	23.82	2.5+2.5	26	25	7.96 (+0.53)	5.03



LÍNEA	POT. (W)	INT. (A)	F _c	I _c (A)	S (mm ²)	L (m)	I _{adm} (A)	ΔV (V)	ΔV (%)
Emergencia Entreplanta	90	0.41	1	0.41	1.5+1.5	95	18	0.93	1.66
Emergencia Zona Vestuarios y Dispensario	108	0.49	1	0.49	1.5+1.5	125	18	1.46	1.91
Emergencia Zona Barricas y catas	114	0.52	1	0.52	1.5+1.5	120	18	1.48	1.91
Emergencia Zona Almacén y Embotellado	102	0.46	1	0.46	1.5+1.5	130	18	1.44	1.89
Emergencia Zona Depósitos	44	0.2	1	0.2	1.5+1.5	105	18	0.50	1.47
Emergencia Zona Vendimia	67	0.30	1	0.30	1.5+1.5	140	18	1.02	1.70
Tomas trifásicas 2	21062	32	0.80	40	3x10+10	15	52	1.48	1.11
Tomas monofásicas 9	7075.2	32.16	0.90	35.73	6+6	30	44	5.74	3.85
Tomas monofásicas 10	2358.4	10.72	0.90	11.91	2.5+2.5	10	25	1.53	1.94
Tomas monofásicas 11	4716.8	21.44	0.90	23.82	2.5+2.5	28	25	8.58	5.14

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 2.58 voltios (0.84 voltios debido a la línea general de alimentación y 1.74 voltios del cuadro auxiliar 3), por lo tanto las caídas de tensión máxima permitidas en los tramos siguientes será:

Alumbrado (4,5%):

Monofásica:

$$\Delta V = \left(220 \times \frac{4.5}{100} \right) - 2.58 \text{ voltios} = 7.32 \text{ voltios}$$

Trifásica:

$$\Delta V = \left(380 \times \frac{4.5}{100} \right) - 2.58 \text{ voltios} = 14.52 \text{ voltios}$$



Otros usos (6.5%):

Monofásica:

$$\Delta V = \left(220 \times \frac{6.5}{100}\right) - 2.58 \text{ voltios} = 11.72 \text{ voltios}$$

Trifásica:

$$\Delta V = \left(380 \times \frac{6.5}{100}\right) - 2.58 \text{ voltios} = 22.12 \text{ voltios}$$

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 (%)
Alumbrado S1	2400	10.91	1	10.91	4+4	55	38	5.36	3.61
Alumbrado S2	2400	10.91	1	10.91	4+4	49	38	4.77	3.34
Alumbrado S3	3200	14.55	1	14.55	6+6	62	49	5.37	3.61
Alumbrado Aseo 2	54	0.15	1	0.15	1.5+1.5	23	21	0.13	1.23
Tomas trifásicas 3	21062	32	0.80	40	3x10+10	11	60	1.09	1.09
Tomas monofásicas 12	2358.4	10.72	0.90	11.91	2.5+2.5	13	29	1.91	2.04
Tomas monofásicas 13	2358.4	10.72	0.90	11.91	2.5+2.5	34	29	5.21	3.54
Tomas monofásicas 14	4716.8	21.44	0.90	23.82	2.5+2.5	27	29	8.27	4.93

Cuadro Auxiliar 4:

En los tramos anteriores la caída de tensión era de 2.42 voltios (0.84 voltios debido a la línea general de alimentación y 1.58 voltios del cuadro auxiliar 4).

El cuadro auxiliar 4 es únicamente para distribución de acometida a las prensas. Así la caída de tensión máxima permitida en los tramos siguientes será:

Trifásica (6.5%):

$$\Delta V = \left(380 \times \frac{6.5}{100}\right) - 2.42 \text{ voltios} = 22.28 \text{ voltios}$$



Acorde con estos datos, la distribución del cuadro auxiliar 4 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 (%)
Prensa 1	23500	54.43	1	54.43	3x16+10	10	70	0.69	0.82
Prensa 2	23500	43.54	1	43.54	3x10+10	22	52	2.43	1.28

Cuadro Auxiliar 5:

En los tramos anteriores la caída de tensión era de 2.59 voltios (0.84 voltios debido a la línea general de alimentación y 1.75 voltios del cuadro auxiliar 5).

El cuadro auxiliar 5 es para distribución de la acometida de la maquinaria para vendimia. Así la caída de tensión máxima permitida en los tramos siguientes será:

Trifásica (6.5%):

$$\Delta V = \left(380 \times \frac{6.5}{100} \right) - 2.59 \text{ voltios} = 22.11 \text{ voltios}$$

La distribución de líneas 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 (%)
Tolva de descarga	7500	12.95	0.80	16.19	3x2.5+2.5	37	22	5.22	2.05
Despalilladora	7500	12.66	0.75	16.88	3x2.5+2.5	40	22	5.64	2.17
Extractor de raspón	5600	10.01	0.75	13.35	3x2.5+2.5	15	22	1.58	1.10
Plataforma Hidráulica	7500	13.90	0.80	17.37	3x2.5+2.5	37	22	5.22	2.05
Sulfitómetro	4640	9.53	0.75	12.70	3x2.5+2.5	12	22	1.05	0.96
Báscula y medida de grado	3000	5.63	0.75	7.51	2.5+2.5	45	25	8.77	5.16



Cuadro Auxiliar 6:

En los tramos anteriores la caída de tensión era de 1.19 voltios (0.84 voltios debido a la línea general de alimentación y 0.35 voltios del cuadro auxiliar 6).

La caída de tensión máxima permitida para el cuadro auxiliar 6 será:

Trifásica (6.5%):

$$\Delta V = \left(380 \times \frac{6.5}{100} \right) - 1.19 \text{ voltios} = 23.51 \text{ voltios}$$

Monofásica (6.5%):

$$\Delta V = \left(220 \times \frac{6.5}{100} \right) - 1.19 \text{ voltios} = 13.11 \text{ voltios}$$

La distribución de líneas del cuadro auxiliar 6 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 (%)
Caldera de la embotelladora	20000	42.20	0.75	56.27	3x16+10	15	70	0.88	0.55
Filtro de membrana	800	1.64	0.75	2.19	2.5+2.5	14	25	0.73	0.87
Despaletizadora	8300	14.17	0.75	18.89	3x2.5+2.5	12	22	1.87	0.81
Enjuagadora	750	1.28	0.75	1.71	2.5+2.5	11	25	0.54	0.78
Llenadora/ Taponadora	480	0.87	0.75	1.16	2.5+2.5	14	25	0.44	0.74
Encapsuladora	2350	4.10	0.75	5.47	2.5+2.5	12	25	1.83	1.37
Etiquetadora	1500	2.53	0.75	3.37	2.5+2.5	11	25	1.07	1.03
Precintadora de cajas	5500	9.50	0.75	12.67	3x2.5+2.5	11	22	3.93	1.35
Tomas trifásicas 4	21062	32	0.75	42.67	3x10+10	14	52	1.39	0.68
Tomas monofásicas 15	3520	16	0.75	21.33	2.5+2.5	28	25	6.40	3.45



Cuadro Auxiliar 7:

En los tramos anteriores la caída de tensión era de 1.03 voltios (0.84 voltios debido a la línea general de alimentación y 0.19 voltios del cuadro auxiliar 7).

La caída de tensión máxima permitida en los tramos siguientes será:

Trifásica (6.5%):

$$\Delta V = \left(380 \times \frac{6.5}{100}\right) - 1.03 \text{ voltios} = 23.67 \text{ voltios}$$

Acorde con estos datos, la distribución del cuadro auxiliar 7 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 (%)
Filtro tangencial	15000	26.20	0.75	34.93	3x6+6	30	37	3.52	1.20
Depósito Pulmón	25600	59.29	0.75	79.06	3x25+16	15	88	0.72	0.46

Cuadro Auxiliar 8:

En los tramos anteriores la caída de tensión era de 1.07 voltios (0.84 voltios debido a la línea general de alimentación y 0.23 voltios del cuadro auxiliar 8).

La caída de tensión máxima permitida en los tramos siguientes será:

Trifásica (6.5%):

$$\Delta V = \left(380 \times \frac{6.5}{100}\right) - 1.07 \text{ voltios} = 23.63 \text{ voltios}$$

Acorde con estos datos, la distribución del cuadro auxiliar 8 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 (%)
Grupo de frío	78000	180.65	1	180.65	3x95+50	13	207	0.50	0.41



Cuadro Auxiliar 9:

En los tramos anteriores la caída de tensión era de 1.23 voltios (0.84 voltios debido a la línea general de alimentación y 0.39 voltios del cuadro auxiliar 9).

La caída de tensión máxima permitida para el cuadro auxiliar 9 será:

Alumbrado (4.5%):

Monofásica :

$$\Delta V = \left(220 \times \frac{4.5}{100}\right) - 1.23 \text{ voltios} = 8.67 \text{ voltios}$$

Otros usos (6.5%):

Trifásica:

$$\Delta V = \left(380 \times \frac{6.5}{100}\right) - 1.23 \text{ voltios} = 23.47 \text{ voltios}$$

Monofásica:

$$\Delta V = \left(220 \times \frac{6.5}{100}\right) - 1.23 \text{ voltios} = 13.07 \text{ voltios}$$

La distribución de líneas del cuadro auxiliar 9 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 Dep1	1600	7.27	1	7.27	1.5+1.5	25	18	4.33	2.53
Alumbrado Dep2	1600	7.27	1	7.27	1.5+1.5	29	18	5.02	2.84
Alumbrado Dep3	1600	7.27	1	7.27	1.5+1.5	33	18	5.71	3.16
Tomas trifásicas 5	31592.6	48	0.7	68.57	3x16+10	80	70	11.88	3.45
Tomas monofásicas16	8448	38.40	0.7	54.86	10+10	9	60	1.23	1.12
Tomas monofásicas17	8448	38.40	0.7	54.86	10+10	17	60	2.33	1.62
Tomas monofásicas18	8448	38.40	0.7	54.86	10+10	35	60	4.80	2.74
Tomas monofásicas19	7040	32	0.7	45.71	10+10	20	60	2.29	1.60
Tomas monofásicas20	7040	32	0.7	45.71	10+10	30	60	3.43	2.12
Tomas monofásicas21	7040	32	0.7	45.71	10+10	37	60	4.23	2.48



2.3. CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES



2.3.1. CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

El cálculo de la corriente de cortocircuito en diferentes puntos de una instalación tiene por objeto 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, 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:

$$Z_{Transformador} = U_{cc} * \frac{U}{S} = 0,06 * \frac{400^2}{800 * 10^3} = 12m\Omega$$

$$I_{cc} = \frac{V_L / \sqrt{3}}{Z_{Transformador}} = \frac{400 / \sqrt{3}}{0,012} = 19,25 \text{ kA}$$

2.3.1.2. CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

La corriente de cortocircuito al final de la línea general de alimentación 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: 3x300 mm²

Longitud: 20 m.

- Resistencia: $R_2 = \rho (Cu) \times \frac{L(m)}{S(m^2)} = 1.7 \times 10^{-8} \Omega / m \times \frac{26m}{300 \times 10^{-6} m^2} = 1.47 \text{ m}\Omega$

- Reactancia: $X = 0.08 \Omega / km \times 0.02 km = 1.6 \text{ m}\Omega$

Resistencia de cortocircuito (R_{cc}) = $R_2 = 1.47 \text{ m}\Omega$

Reactancia de cortocircuito (X_{cc}) = $X_1 + X_2 = 12 \text{ m}\Omega + 1.6 \text{ m}\Omega = 13.6 \text{ m}\Omega$

- Impedancia total (Z_i):

$$Z_{cc} = \sqrt{R_{cc}^2 + X_{cc}^2} = \sqrt{(1.47 \times 10^{-3})^2 + (13.6 \times 10^{-3})^2} = 13.67 \text{ m}\Omega$$

y por tanto, la corriente de cortocircuito al final de la línea general de alimentación es:

$$I_{cc} = \frac{V_L / \sqrt{3}}{Z_{cc}} = \frac{380 / \sqrt{3}}{0.01367} = 16.1 \text{ kA}$$



2.3.1.3. 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 la anterior página, 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} min (A)	I _{cc} max (A)
CUADRO AUXILIAR 1	49	3x50+25	380	16.66	3.92	17.79	17.52	24.97	8787	16100
CUADRO AUXILIAR 2	46	3x95+50	380	8.23	3.68	9.36	17.28	19.65	11163	16100
CUADRO AUXILIAR 3	24	3x25+16	380	16.32	1.92	17.45	15.52	23.35	9395	16100
CUADRO AUXILIAR 4	25	3x35+16	380	12.14	2.00	13.27	15.60	20.48	10711	16100
CUADRO AUXILIAR 5	26	3x25+16	380	17.68	2.08	18.81	15.68	24.49	8959	16100
CUADRO AUXILIAR 6	11	3x70+35	380	2.67	0.88	3.10	14.48	14.97	14655	16100
CUADRO AUXILIAR 7	5	3x50+25	380	1.70	0.40	2.83	14.00	14.28	15360	16100
CUADRO AUXILIAR 8	6	3x95+50	380	1.07	0.48	2.20	14.08	14.25	15394	16100
CUADRO AUXILIAR 9	7	3x70+35	380	1.70	0.56	2.83	14.16	14.44	15193	16100

2.- Líneas del cuadro Auxiliar 1:

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 (A)	I _{cc} max (A)
Alumbrado D1	15	1.5+1.5	220	170	1.20	187.79	18.72	188.72	673	8787
Alumbrado D2	21	1.5+1.5	220	238	1.68	255.79	19.20	256.51	495	8787
Alumbrado D3	28	1.5+1.5	220	317.33	2.24	335.12	19.76	335.71	378	8787
Alumbrado E1	90	1.5+1.5	220	1020	7.20	1037.79	24.72	1038.08	122	8787



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} (A)	I _{cc} _{max} (A)
Alumbrado E2	64	1.5+1.5	220	725.33	5.12	743.12	22.64	743.47	171	8787
Alumbrado E3	144	1.5+1.5	220	1632	11.52	1649.79	29.04	1650.05	77	8787
Alumbrado A1	37	4+4	220	157.25	2.96	175.04	20.48	176.23	721	8787
Alumbrado A2	45	4+4	220	191.25	3.60	209.04	21.12	210.10	605	8787
Alumbrado A3	50	4+4	220	212.50	4.00	230.29	21.52	231.29	549	8787
Alumbrado Pasillo Planta Baja	40	1.5+1.5	220	453.33	3.20	471.12	20.72	471.58	269	8787
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} (A)	I _{cc} _{max} (A)
Cuadro Auxiilar 1.1 Planta embotelladora	50	3x1.5+1.5	380	566.67	4.00	584.46	21.52	584.85	375	8787
Alumbrado P1	14	1.5+1.5	220	158.67	1.12	743.12	22.64	743.47	171	375
Alumbrado P2	17	1.5+1.5	220	192.67	1.36	777.12	22.88	777.46	163	375
Alumbrado P3	20	1.5+1.5	220	226.67	1.60	811.12	23.12	811.45	157	375
Tomas trifásicas 1	60	3x10+10	380	102	4.80	119.79	22.32	121.85	1800	8787
Tomas monofásicas 1	10	10+10	220	68	3.20	85.79	20.72	88.26	1439	8787
Tomas monofásicas 2	30	10+10	220	51	2.40	68.79	19.92	71.62	1774	8787



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} (A)	I _{cc} _{max} (A)
Cuadro Auxiliar 2.1 Entrepantalla	8	3x35+16	380	3.89	0.64	13.25	17.92	22.28	9845	11163
Alumbrado Despacho 1	22	1.5+1.5	220	249.33	1.76	262.63	19.68	263.3	482	9845
Alumbrado Despacho 2	27	1.5+1.5	220	306.00	2.16	319.25	20.08	319.9	397	9845
Alumbrado Oficinas	34	1.5+1.5	220	385.33	2.72	398.58	20.64	399.1	318	9845
Alumbrado Archivo	45	1.5+1.5	220	476.00	3.36	489.25	21.28	489.7	259	9845
Alumbrado Laboratorio	24	1.5+1.5	220	272.00	1.92	285.25	19.84	285.9	444	9845
Alumbrado Despacho3	22	1.5+1.5	220	249.33	1.76	262.58	19.68	263.3	482	9845
Alumbrado Pasillo	67	1.5+1.5	220	759.33	5.36	772.58	23.28	772.9	164	9845
Tomas monofásicas 3	29	6+6	220	82.17	2.32	95.42	20.24	97.54	1302	9845
Tomas monofásicas 4	47	6+6	220	133.17	3.76	146.42	21.68	148.0	858	9845
Tomas monofásicas 5	27	6+6	220	76.50	2.16	89.75	20.08	91.97	1381	9845
Alumbrado Almacén de catas	14	1.5+1.5	220	158.67	1.12	168.03	18.40	169.0	751	11163
Alumbrado de vestuarios	37	1.5+1.5	220	419.33	2.96	428.69	20.24	429.2	296	11163
Alumbrado de la sala de catas	58	1.5+1.5	220	657.33	4.64	666.69	21.92	667.0	190	11163
Alumbrado del Aseo 1	17	1.5+1.5	220	192.67	1.36	202.0	18.64	202.9	626	11163



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} (A)	I _{cc_max} (A)
Cuadro Auxiliar 2.2. Barricas	13	3x35+16	380	6.31	1.04	15.67	18.32	24.11	9100	11163
Alumbrado N1	29	1.5+1.5	220	328.67	2.32	344.34	20.64	344.9	368	9100
Alumbrado N2	38	1.5+1.5	220	430.67	3.04	446.34	21.36	446.8	284	9100
Alumbrado N3	60	1.5+1.5	220	680.00	4.80	695.67	23.12	696.0	182	9100
Alumbrado N4	24	1.5+1.5	220	272.00	1.92	287.67	20.24	288.4	440	9100
Alumbrado N5	55	1.5+1.5	220	623.33	4.40	639.00	22.72	639.4	199	9100
Alumbrado N6	33	1.5+1.5	220	374.00	2.64	389.67	20.96	390.2	325	9100
Climatización	6	3x4+4	380	25.50	0.48	41.17	18.80	45.26	4847	9100
Tomas monofásicas 6	30	2.5+2.5	220	204.00	2.40	219.67	20.72	220.6	576	9100
Tomas monofásicas 7	37	2.5+2.5	220	251.60	2.96	267.27	21.28	268.1	474	9100
Tomas monofásicas 8	26	2.5+2.5	220	176.80	2.08	192.47	20.40	193.5	656	9100
Emergencia Entreplanta	95	1.5+1.5	220	1076.67	7.60	1086.0	24.88	1086	117	11163
Emergencia Zona Vestuarios y Dispensario	125	1.5+1.5	220	1416.67	10.00	1426.0	27.28	1426	89	11163
Emergencia Zona Barricas y catas	120	1.5+1.5	220	1360.00	9.60	1369.4	26.88	1370	93	11163
Emergencia Zona Almacén y Embotellado	130	1.5+1.5	220	1473.33	10.40	1482.7	27.68	1483	86	11163
Emergencia Zona Depósitos	105	1.5+1.5	220	1190.00	8.40	1199.4	25.68	1200	106	11163



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} (A)	I _{cc} _{max} (A)
Emergencia Zona Vendimia	140	1.5+1.5	220	1586.67	11.20	1596.0	28.48	1596	80	11163
Tomas trifásicas 2	15	3x10+10	380	25.50	1.20	34.86	18.48	39.46	5561	11163
Tomas monofásicas 9	30	6+6	220	85.00	2.40	94.36	19.68	96.39	1318	11163
Tomas monofásicas 10	10	2.5+2.5	220	68.00	0.80	77.36	18.08	79.44	1599	11163
Tomas monofásicas 11	28	2.5+2.5	220	190.40	2.24	199.76	19.52	200.7	633	11163

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} (A)	I _{cc} _{max} (A)
Alumbrado S1	55	4+4	220	233.75	4.40	251.20	19.92	251.99	504	9395
Alumbrado S2	49	4+4	220	208.25	3.92	225.70	19.44	226.54	561	9395
Alumbrado S3	62	6+6	220	175.67	4.96	193.12	20.48	194.20	654	9395
Alumbrado Aseo 2	23	1.5+1.5	220	260.67	1.84	278.12	17.36	278.66	456	9395
Tomas trifásicas 3	11	3x10 +10	380	18.70	0.88	36.15	16.40	39.70	5527	9395
Tomas monofásicas 12	13	2.5+2.5	220	85.00	1.00	102.45	16.52	103.77	1224	9395
Tomas monofásicas 13	34	2.5+2.5	220	231.20	2.72	248.65	18.24	249.32	509	9395
Tomas monofásicas 14	27	2.5+2.5	220	183.60	2.16	201.05	17.68	201.83	629	9395



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} (A)	I _{cc} _{max} (A)
Prensa 1	10	3x16+10	380	10.63	0.80	23.90	16.40	28.98	7570	10711
Prensa 2	22	3x10+10	380	37.40	1.76	50.67	17.36	53.56	4096	10711

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} (A)	I _{cc} _{max} (A)
Tolva de descarga	37	3x2.5+2.5	380	251.60	2.96	270.41	18.64	271.05	809	8959
Despalladora	40	3x2.5+2.5	380	272.00	3.20	290.81	18.88	291.42	753	8959
Extractor de raspón	15	3x2.5+2.5	380	102.00	1.20	120.81	16.88	121.98	1799	8959
Plataforma hidráulica	37	3x2.5+2.5	380	251.60	2.96	270.41	18.64	271.05	809	8959
Sulfitómetro	12	3x2.5+2.5	380	81.60	0.96	100.41	16.64	101.78	2156	8959
Báscula y medida de grado	45	2.5+2.5	220	306.00	3.60	324.81	19.28	325.38	390	8959



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} (A)	I _{cc} _{max} (A)
Caldera de la embotelladora	15	3x16+10	380	15.94	1.20	19.04	15.68	24.66	8895	14655
Filtro de membrana	14	2.5+2.5	220	95.20	1.12	98.30	15.60	99.53	1276	14655
Despaletizadora	12	3x2.5+2.5	380	81.60	0.96	84.70	15.44	86.10	2548	14655
Enjuagadora	11	2.5+2.5	220	74.80	0.88	77.90	15.36	79.40	1600	14655
Llenadora / Taponadora	14	2.5+2.5	220	95.20	1.12	98.30	15.60	99.53	1276	14655
Encapsuladora	12	2.5+2.5	220	81.60	0.96	84.70	15.44	86.10	1475	14655
Etiquetadora	11	2.5+2.5	220	74.80	0.88	77.90	15.36	79.40	1600	14655
Precintadora de cajas	11	3x2.5+2.5	380	74.80	0.88	77.90	15.36	79.40	2763	14655
Tomas trifásicas 4	14	3x10+10	380	23.80	1.12	26.90	15.60	31.10	7055	14655
Tomas monofásicas 15	28	2.5+2.5	220	190.40	2.24	193.50	16.72	194.22	654	14655

8.- Líneas del cuadro auxiliar 7:

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} (A)	I _{cc} _{max} (A)
Filtro tangencial	30	3x6+6	380	85.00	2.40	87.83	16.40	89.35	2455	15360
Depósito pulmón	15	3x25+16	380	10.20	1.20	13.03	15.20	20.02	10958	15360

9.- Líneas del cuadro auxiliar 8:

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} (A)	I _{cc} _{max} (A)
Grupo de frío	13	3x95+50	380	2.33	1.04	4.14	15.12	15.68	13996	15394



10.- Líneas del cuadro auxiliar 9:

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} (A)	I _{cc} _{max} (A)
Alumbrado Dep 1	25	1.5+1.5	220	283.33	2.00	286.16	16.16	286.62	443	15193
Alumbrado Dep 2	29	1.5+1.5	220	328.67	2.32	331.50	16.48	331.91	383	15193
Alumbrado Dep 3	33	1.5+1.5	220	374.00	2.64	376.83	16.80	377.20	337	15193
Tomas trifásicas 5	80	3x16+10	380	85.00	6.40	87.83	20.56	90.20	2432	15193
Tomas monofásicas 16	9	10+10	220	15.30	0.72	18.13	14.88	23.45	5415	15193
Tomas monofásicas 17	17	10+10	220	28.90	1.36	31.73	15.52	35.32	3596	15193
Tomas monofásicas 18	35	10+10	220	59.50	2.80	62.33	16.96	64.60	1966	15193
Tomas monofásicas 19	20	10+10	220	34.00	1.60	36.83	15.76	40.06	3171	15193
Tomas monofásicas 20	30	10+10	220	51.00	2.40	53.83	16.56	56.32	2255	15193
Tomas monofásicas 21	37	10+10	220	62.90	2.96	65.73	17.12	67.92	1870	15193



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.

$$\cos \varphi_1 = \frac{P}{\sqrt{3} * V_L * I} = \frac{703.4 * 10^3}{\sqrt{3} * 380 * 1215} = 0,88$$

$$\varphi_1 = 28.36^\circ$$

La potencia reactiva inicial de la instalación será:

$$Q_1 = P * tg \varphi_1 = 703.4 * 10^3 * tg 28.36^\circ = 380 \text{ kVAr}$$

Se quiere elevar el factor de potencia hasta un valor de 0,98, con este factor de potencia la energía reactiva consumida será:

$$\varphi_2 = 11,48^\circ$$

$$Q_2 = P * tg \varphi_2 = 703.4 * 10^3 * tg 11,48^\circ = 143 \text{ kVAr}$$

Así pues, la potencia reactiva compensada por los condensadores será:

$$Q_c = Q_1 - Q_2 = 380 - 143 = 237 \text{ kVAr}$$

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 sobrecompensada en la parte de baja tensión y dicha sobrecompensación sirva para compensar la energía reactiva del transformador.

La potencia reactiva del transformador se puede calcular:

$$Q_{\text{transformador}} = S * U_{cc} = 800 * 0,06 = 48 \text{ kVAr}$$

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 48 kVAr. De manera que la corriente se calcula mediante:

$$I = \frac{Q}{\sqrt{3} * V_L * \text{sen } \varphi} = \frac{48000}{\sqrt{3} * 380 * \text{sen } 90^\circ} = 72.9 \text{ A}$$

Junto al cuadro general de distribución se instalará una batería automática Rectimat 2 clase H 400V de Merlin Gerin de 245 kVAr escalonados en 1 bloque de 35 kVAr y 3 de 70 kVAr. La corriente será:

$$I = \frac{Q}{\sqrt{3} * V_L * \text{sen } \varphi} = \frac{237000}{\sqrt{3} * 380 * \text{sen } 90^\circ} = 360 \text{ A}$$

La sección del conductor será de 185 mm² por fase, que admite una corriente de 386 amperios. El cable irá dentro de tubo de PVC en montaje superficial y la longitud será de 2 metros, por lo que la caída de tensión será de 0,12 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

Tomando como punto de partida la expresión del complemento por energía reactiva en la tarificación de la compañía eléctrica,

$$K_r = \frac{17}{\cos^2 \varphi} - 21$$

se observa que con el factor de potencia que presenta la instalación antes de compensar la energía reactiva consumida, la compañía eléctrica nos aplicaría un recargo del 1,5% sobre el término de potencia.

Mientras que para el factor de potencia que presentará la instalación después de compensar la energía reactiva, la compañía eléctrica nos aplicará una bonificación del 3,3% sobre el término de potencia.



$$\cos \varphi = 0,88 \quad K_r = 1,5$$

$$\cos \varphi = 0,98 \quad K_r = -3,3$$

Resultando un ahorro del 4,8% sobre el termino de potencia y de energía 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 bodega un metro por el exterior, y en cada vértice tendrá una pica de acero recubierto de cobre de 0,14 metros de diámetro y 2 metros de longitud.



El número total de picas será 6, 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 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 :

$$R_c = K * \frac{R_p}{N_{picas}} = 1.4 * \frac{100}{6} = 24 \Omega$$

Donde :

R_p = resistencia a tierra en ohmios

R_c = resistencia del electrodo en ohmios

N_{picas} = número de picas

K = valor tabulado que depende del numero de picas

El propio conductor enterrado horizontalmente hará de línea principal de tierra. Se puede considerar la resistencia de la misma mediante la expresión

$$R = 2 \frac{\rho}{L} = 2 \frac{200}{227} = 1.76 \Omega$$

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 25.76 Ω . Quedan 22.24 Ω para los conductores de protección.

Considerando el caso 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 22.24 ohmios se dará a partir de una longitud L del conductor de protección:



$$L = \frac{S * R}{\rho_{cu}} = \frac{1.5 * 22.24}{0.018} = 1853.3 \text{ m}$$

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 mm^2

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 permitidos.



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:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} * U} = \frac{800}{\sqrt{3} * 13,2} = 34.99 \text{ A}$$

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:

$$I_s = \frac{800}{\sqrt{3} * 0,4} = 1154.7 \text{ A}$$

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:

$$I_{ccs} = \frac{S}{\sqrt{3} * \frac{U_{cc}}{100} * U} = \frac{800}{\sqrt{3} * \frac{6}{100} * 400} = 19.24 \text{ kA}$$

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:

$$I_{cresta} = 1.8\sqrt{2} * I_{ccp} = 2.55 * I_{ccp} = 49.06 \text{ kA}$$

2.6.4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO

El embarrado de las celdas SM6 está constituido por tramos rectos de tubo de cobre recubiertos de aislamiento termorretráctil. 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 mm ² , 198 mm ² .
I	intensidad eficaz en amperios.
t	el tiempo de duración del cortocircuito en segundos
Δθ	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 $D = 24$ mm y un diámetro interior $d = 18$ 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:

$$r_{\max} = \frac{M_{\max}}{W} = 3,08 \text{ kg/mm}^2$$

Para la barra de cobre deformada en frío se tiene que $r = 19$ kg/mm², 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 200m (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 siguiente 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 electrodo 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:

$$D \geq \frac{I_d * \rho_s}{2000 * \pi} = \frac{256,8 * 200}{2000 * \pi} = 8,17 \text{ m}$$

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:

$$R_{conductor} = 0,022 * 0,386 = 8,49 \text{ m}\Omega$$

De manera que la resistencia máxima para el electrodo de puesta a tierra de servicio será de aproximadamente 36 Ω, 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:

$$Q = \frac{P_p}{1,16 * \Delta\theta_{aire}} = \frac{1,55 + 8,1}{1,16 * 15} = 0,554 \text{ m}^3/\text{s}$$

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 m³/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 °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:

$$S_{rejilla} = 1,4 \frac{Q}{v_s} = 1,4 \frac{0,554}{0,434} = 1,79 \text{ m}^2$$

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: $S_{salida} = 1.95 \text{ m}^2$

El edificio prefabricado dispondrá de 1 rejilla de ventilación para la entrada de aire situada en la parte lateral inferior, de dimensiones 1800 x 1000 mm y superficie total de 1,80 m², que es ligeramente superior a la necesaria. Para la salida de aire se dispone de una rejilla en la parte superior lateral de dimensiones 2000 x 500 mm, con superficie de 1 m², y otras dos en la parte frontal superior y trasera superior respectivamente, de dimensiones 1000 x 500 mm, con superficie de 0,5 m² cada una. Consiguiendo así una superficie total de rejilla para salida de aire de 2,00 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, 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 a emplear tiene un volumen líquido total de 597 litros, y la fosa de recogida de aceite del edificio prefabricado está dimensionada para un volumen total de 760 litros. Por lo tanto, en caso de fuga del líquido aislante y refrigerante del transformador, todo el volumen quedará contenido en la fosa de recogida de aceite.



El Ingeniero Técnico Industrial Eléctrico
Eduardo Jaime García

Pamplona, 30 de noviembre de 2006.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

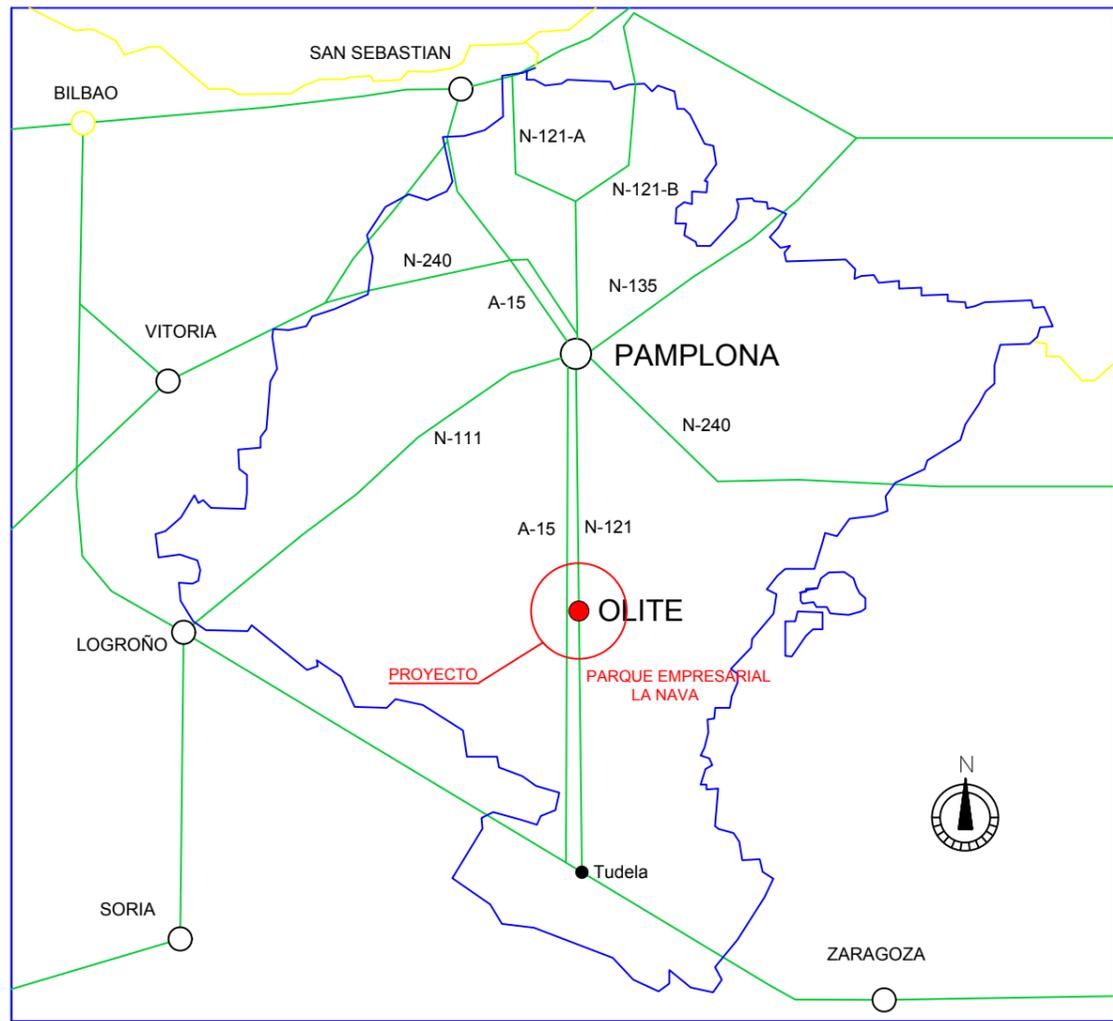
INSTALACIÓN ELECTRICA EN BAJA TENSION PARA
BODEGA Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

PLANOS

Eduardo Jaime García

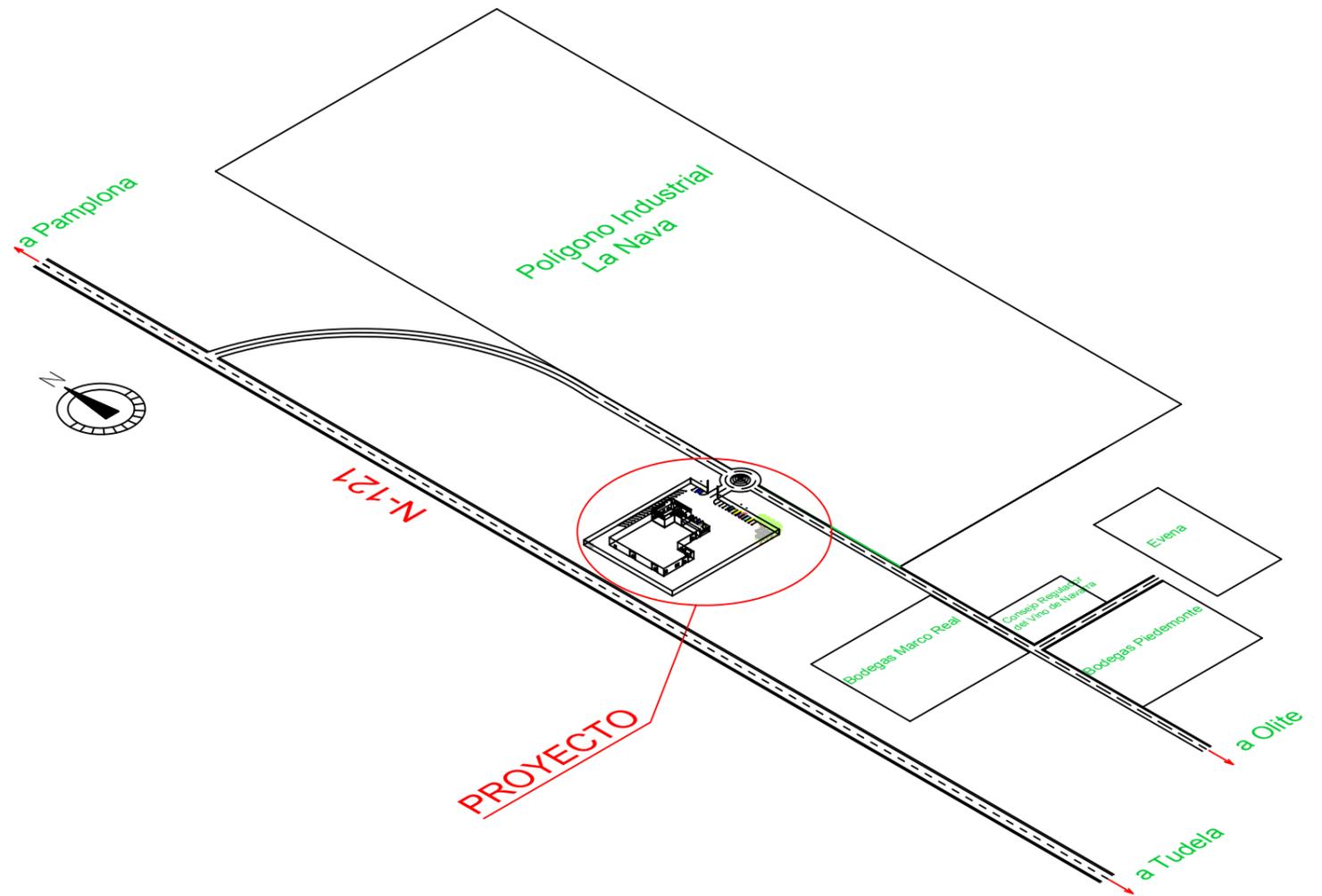
Tutora: Marta Solano Goñi

Pamplona, 30 de Noviembre de 2006



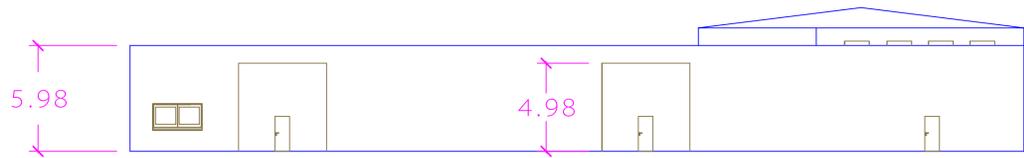
Escala 1:1.500.000

Escala 1:500



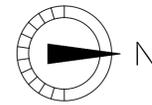
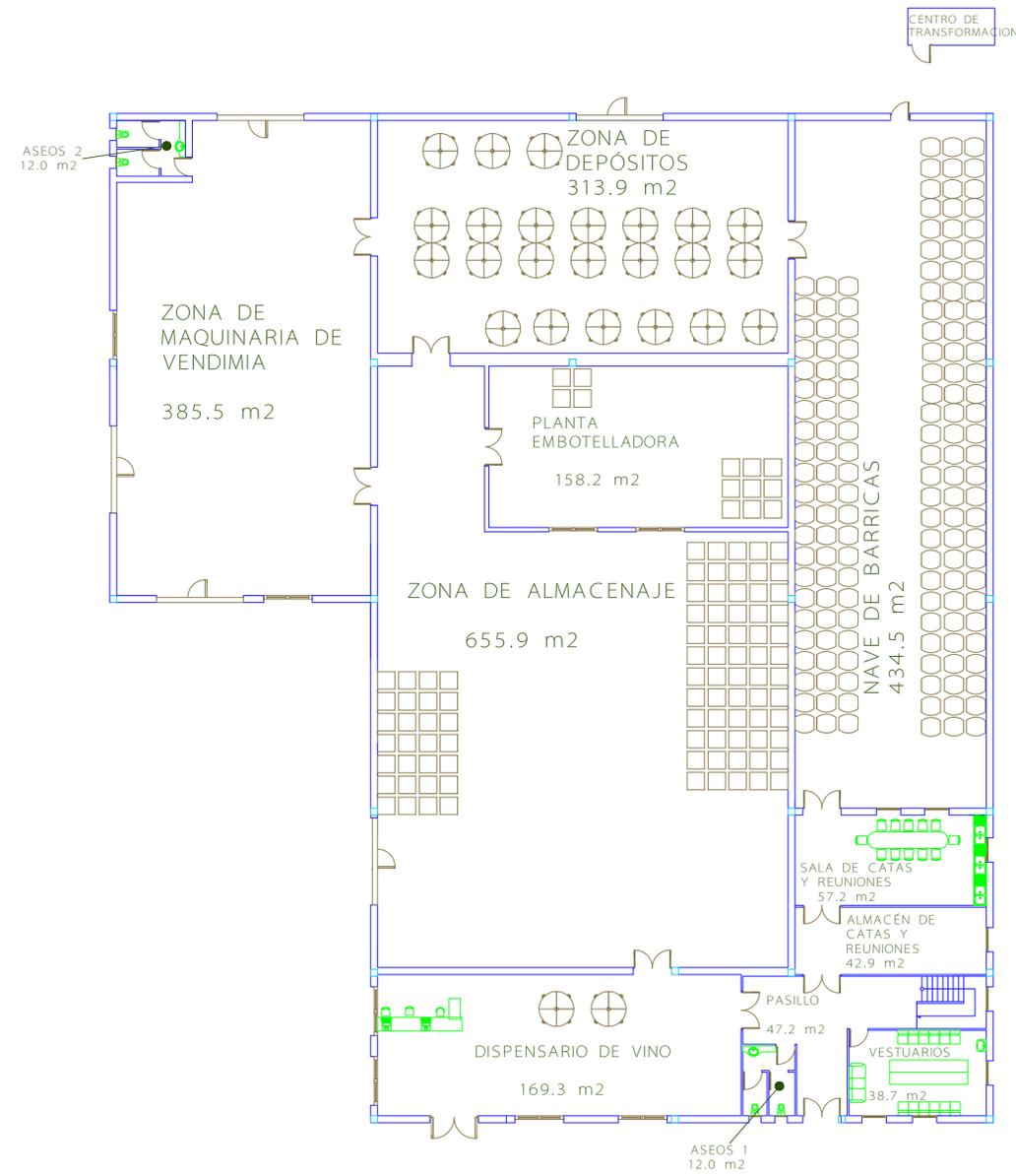
 Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN PARA BODEGA Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		REALIZADO: Jaime García, Eduardo
PLANO:		FIRMA:
FECHA:		ESCALAS:
Nº PLANO:		

Escala 1:200

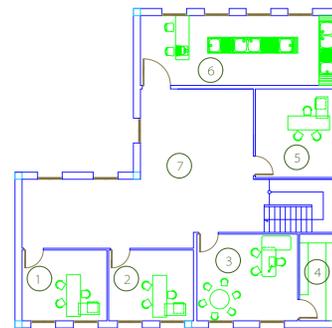


Alzado posterior de la bodega

PLANTA BAJA

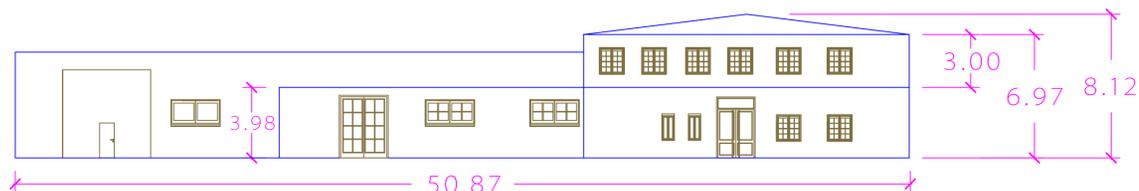
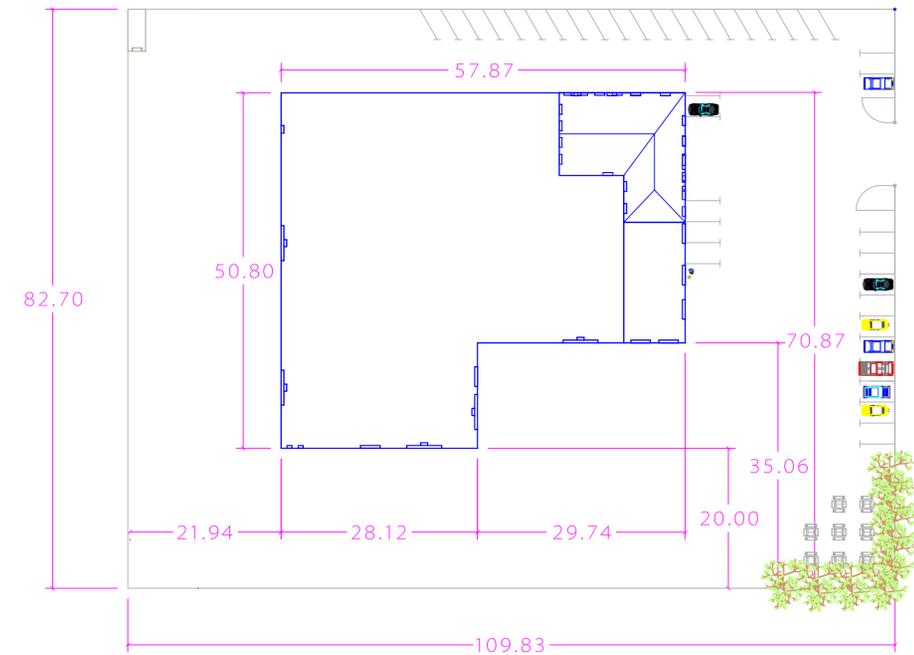


ENTREPLANTA



- ① Despacho 1 19.2 m²
- ② Despacho 2 19.2 m²
- ③ Oficinas 27.9 m²
- ④ Archivo 9.8 m²
- ⑤ Despacho 3 22.5 m²
- ⑥ Laboratorio 42.9 m²
- ⑦ Pasillo 79.2 m²

Detalle de Cotas de la Parcela y Bodega
Escala 1:500



Alzado frontal de la bodega

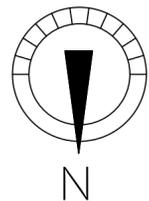
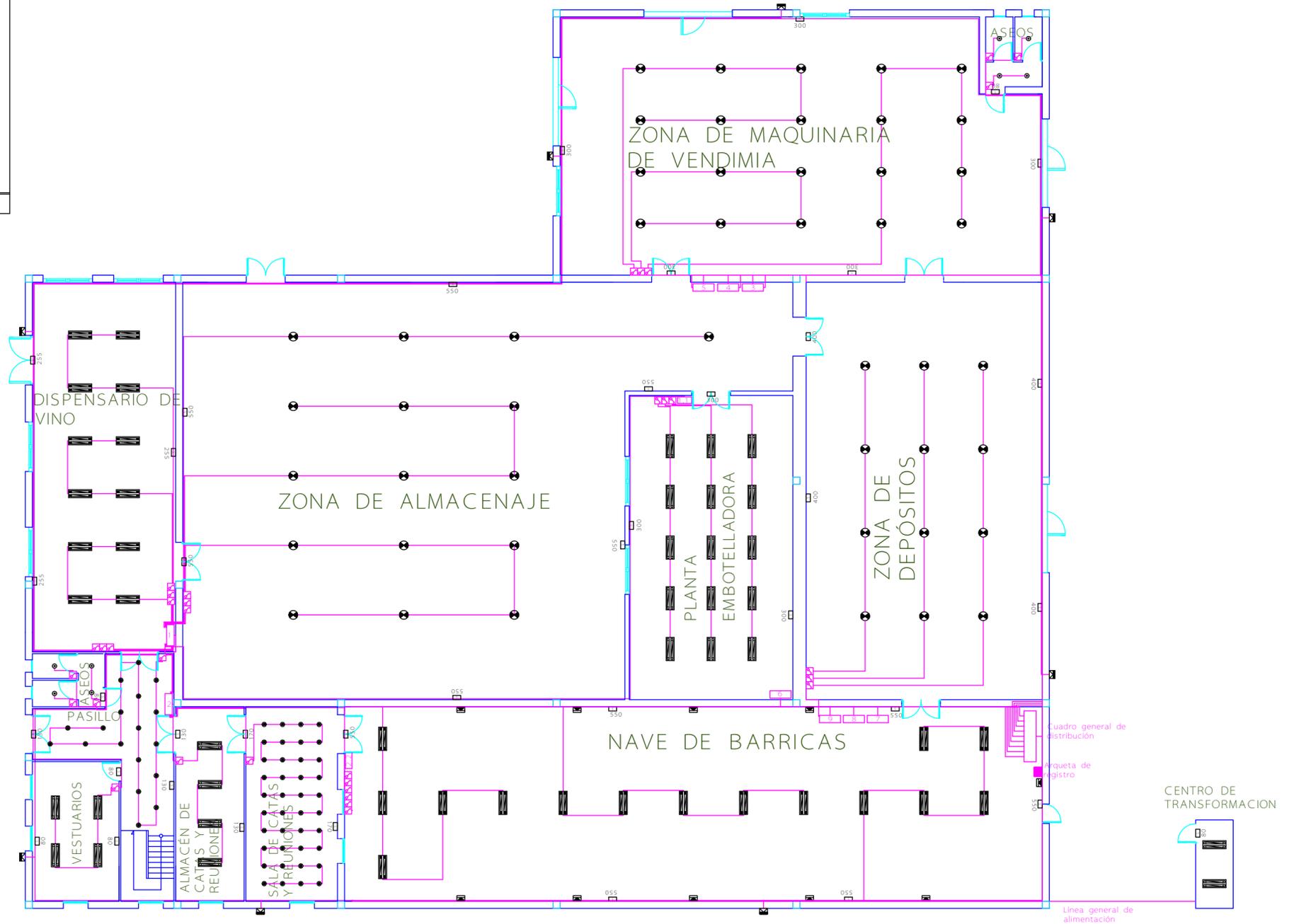
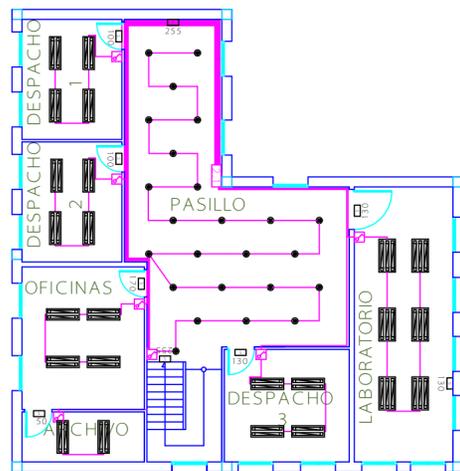
CUADRO DE SUPERFICIES					
1. Despacho 1	19,2 m ²	8. Vestuarios	38,7 m ²	15. Nave de barricas	434,5 m ²
2. Despacho 2	19,2 m ²	9. Almacén de catas y reuniones	42,9 m ²	16. Planta Embotelladora	158,2 m ²
3. Oficinas	27,9 m ²	10. Sala de catas y reuniones	57,2 m ²	17. Zona de Depósitos	313,9 m ²
4. Archivo	9,8 m ²	11. Aseos 1	12,0 m ²	18. Maquinaria de vendimia	385,5 m ²
5. Despacho 3	22,5 m ²	12. Pasillo Planta Baja	47,2 m ²	19. Aseos 2	12,0 m ²
6. Laboratorio	42,9 m ²	13. Dispensario de vino	169,3 m ²	TOTAL SUPERFICIE ÚTIL	2548,0 m ²
7. Pasillo Entrepanta	79,2 m ²	14. Almacén	655,9 m ²		

 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: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN PARA BODEGA Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	REALIZADO: Jaime García, Eduardo
PLANO: Planta general. Superficies y cotas		FIRMA: FECHA: 30/11/06 ESCALAS: VARIAS Nº PLANO: 2

PLANTA BAJA

L E Y E N D A	
	LUMINARIA FLUORESCENTE EMPOTRABLE TBS 160 2 x TL-D 36w / 840
	LUMINARIA FLUORESCENTE EMPOTRABLE TBS 330 2 x TL-D 58w / 840
	DOWNLIGHT EMPOTRABLE FBS 270 1 x PL-C/2P 26w / 840
	DOWNLIGHT EMPOTRABLE FBS 270 1 x PL-C/2P 18w / 840
	LUMINARIA INDUSTRIAL CERRADA ESTANCA DE VM HPK 150 HPL-N 400w
	PROYECTOR SIMÉTRICO DE VSAP 1 x SON-T 250w / 230v.
	PROYECTOR DE VSAP SWF231 1 x SON-T 150w / 230v.
	CUADRO AUXILIAR "n"
	INTERRUPTOR DE SUPERFICIE ESTANCO 1P, 10A
	LUMINARIA DE EMERGENCIA ESTANCA LUZ NOR DE "n" LÚMENES. SUPERFICIE

ENTREPLANTA

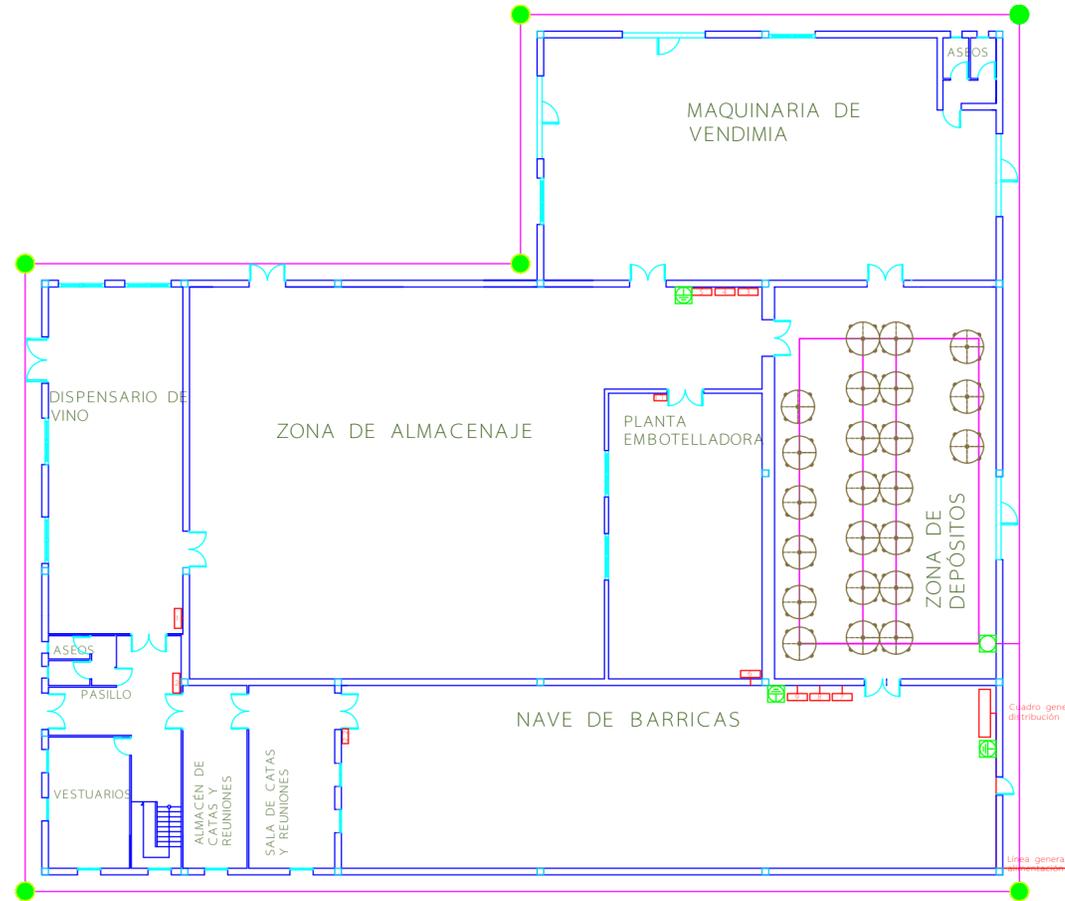
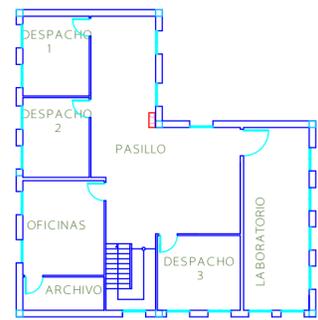


 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN PARA BODEGA Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	
PLANO:	REALIZADO: Jaime García, Eduardo	FIRMA:
FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:

Escala 1:300

PLANTA BAJA

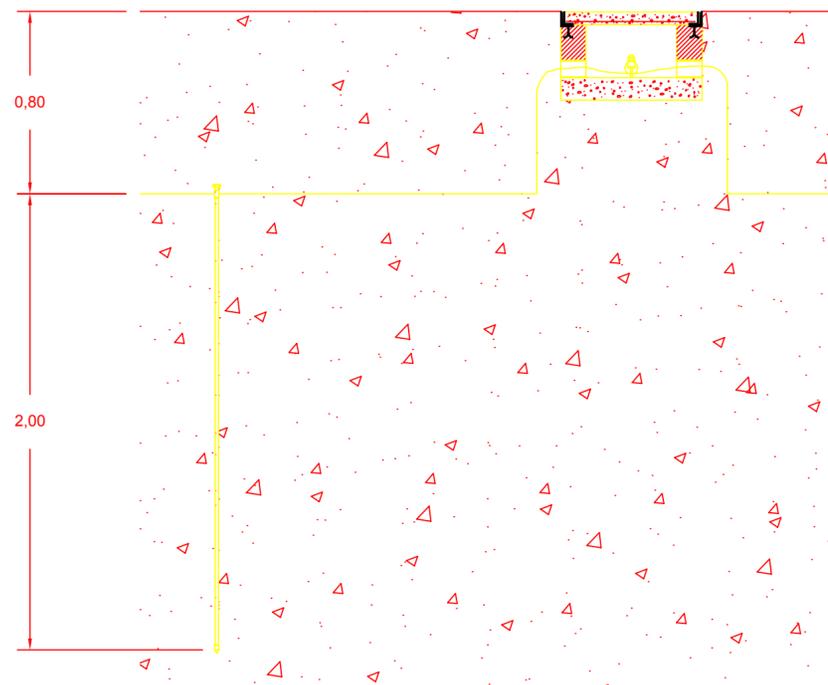
ENTREPLANTA



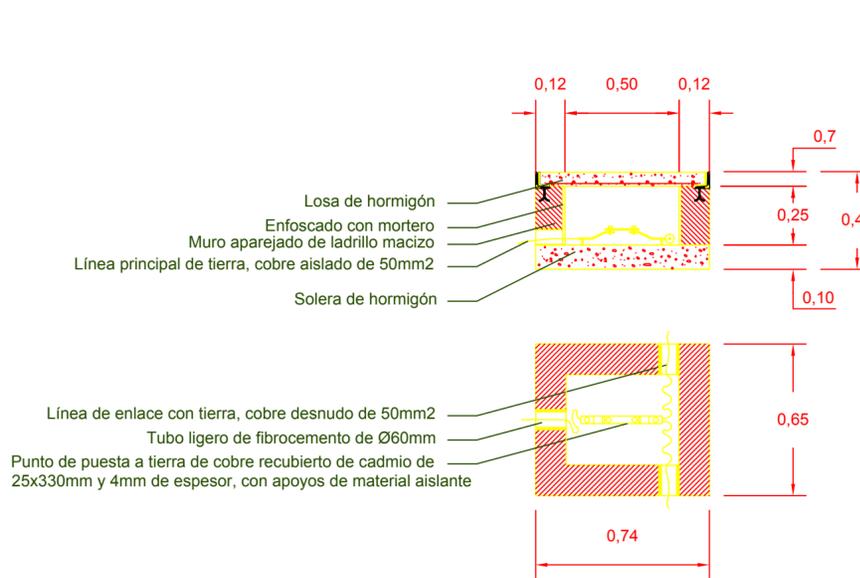
LEYENDA	
	Punto de puesta a tierra en arqueta de conexión
	Pica de puesta a tierra de acero recubierto de cobre de 2m de longitud y Ø14mm
	Conductor de cobre desnudo de 50mm ²
	Arqueta de conexionado de la puesta a tierra de los depósitos y la puesta a tierra de la bodega

● La puesta a tierra de los depósitos irá por encima de estos sobre la pasarela que une a los mismos. Para su unión con la tierra de la bodega se grapeará por la tierra hasta los 2 metros de altura, donde la línea de tierra irá bajo tubo hasta la arqueta de conexión de ambas tierras

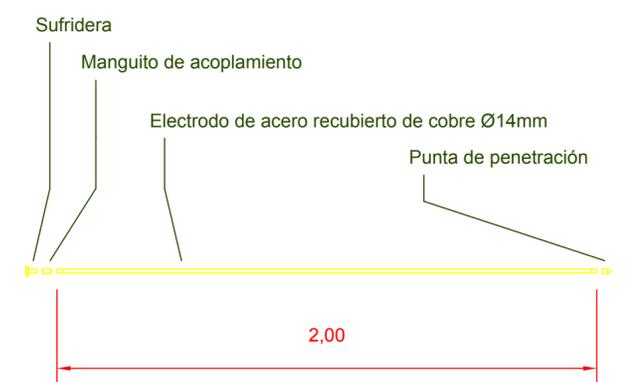
DETALLE PUNTO DE ARQUETA DE CONEXIÓN Y PICA DE ACERO



DETALLE PUNTO DE PUESTA A TIERRA EN ARQUETA DE CONEXIÓN



DETALLE PICA DE ACERO RECUBIERTO DE COBRE DE Ø14mm



Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL

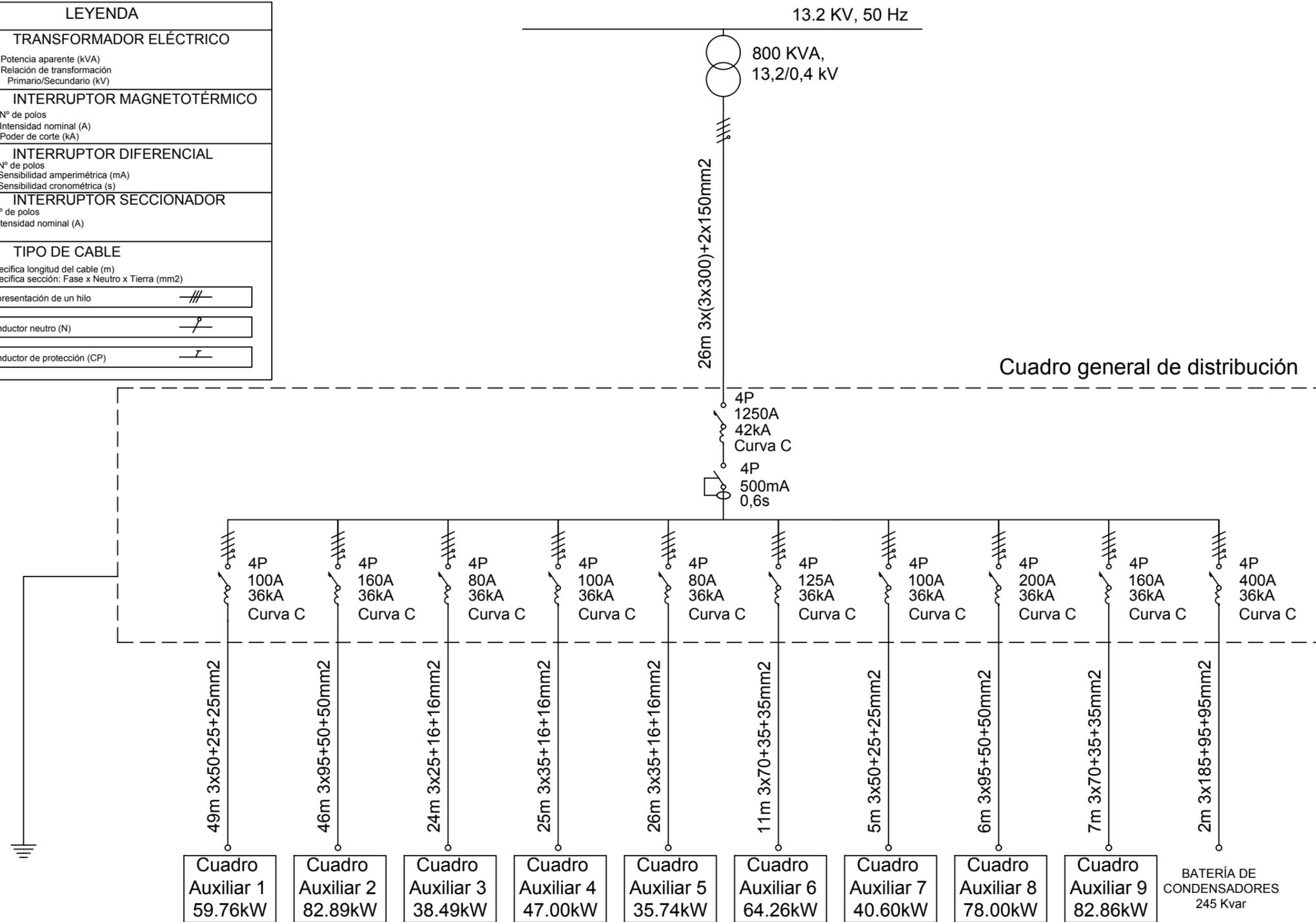
PROYECTO: **INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN PARA BODEGA Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

REALIZADO: **Jaime García, Eduardo**

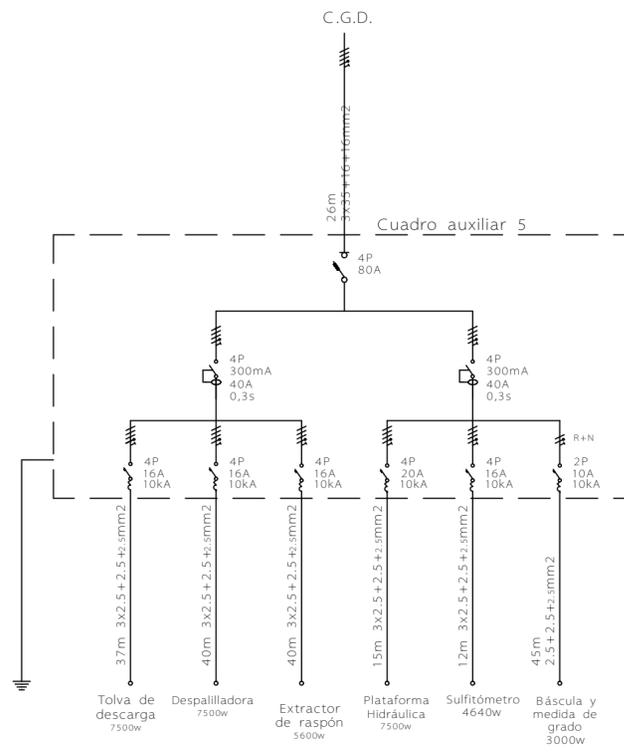
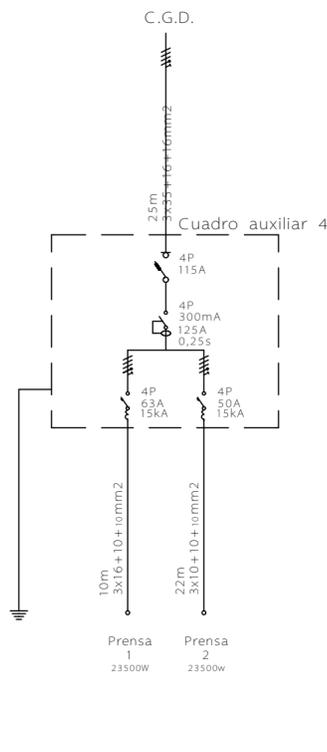
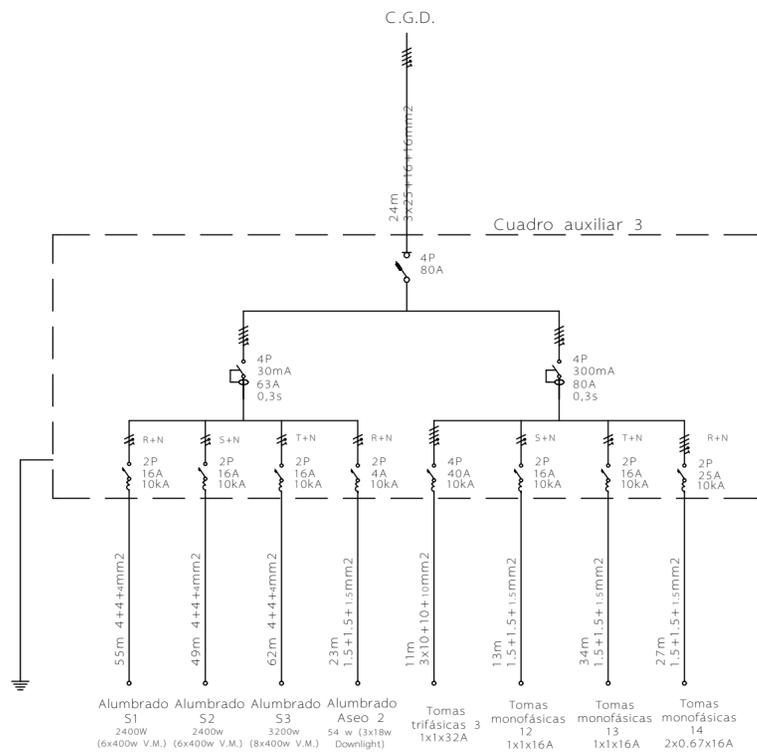
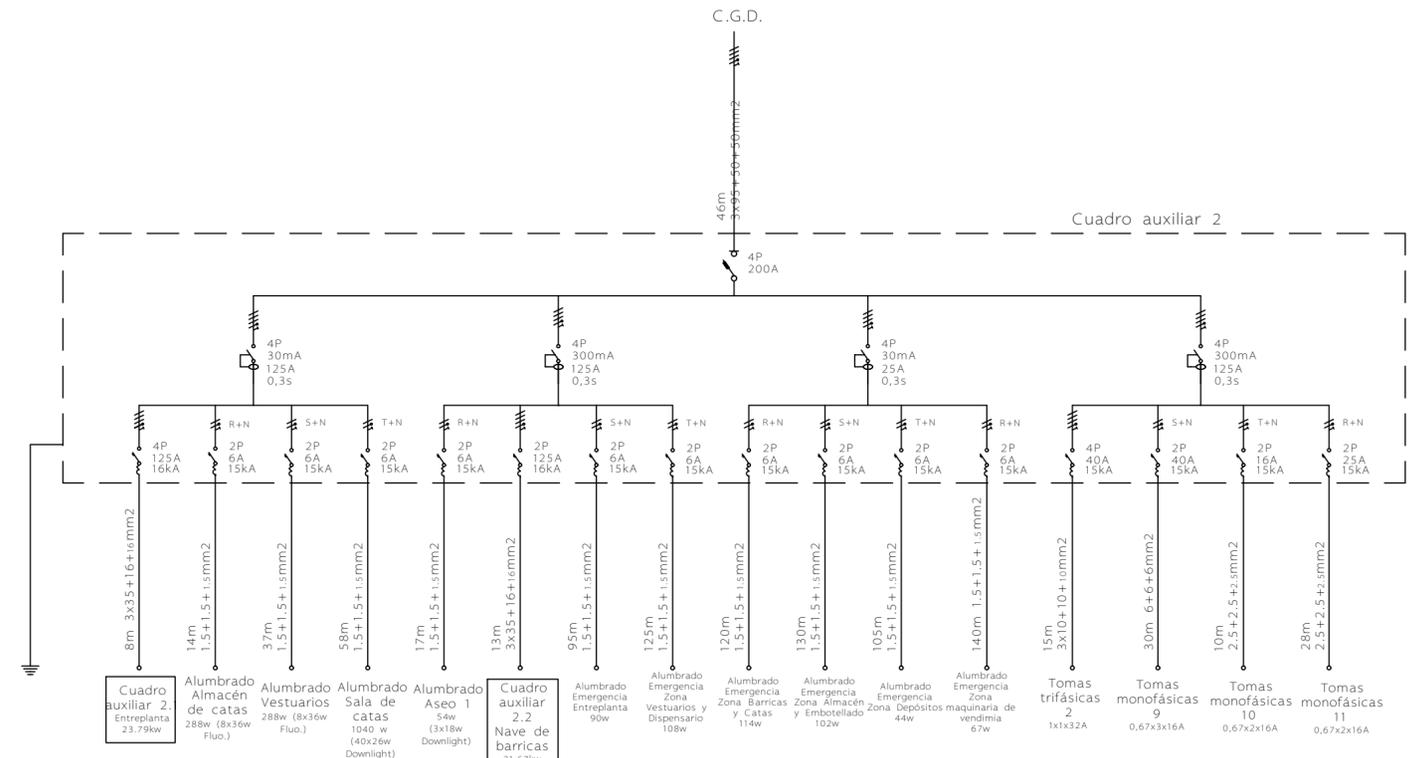
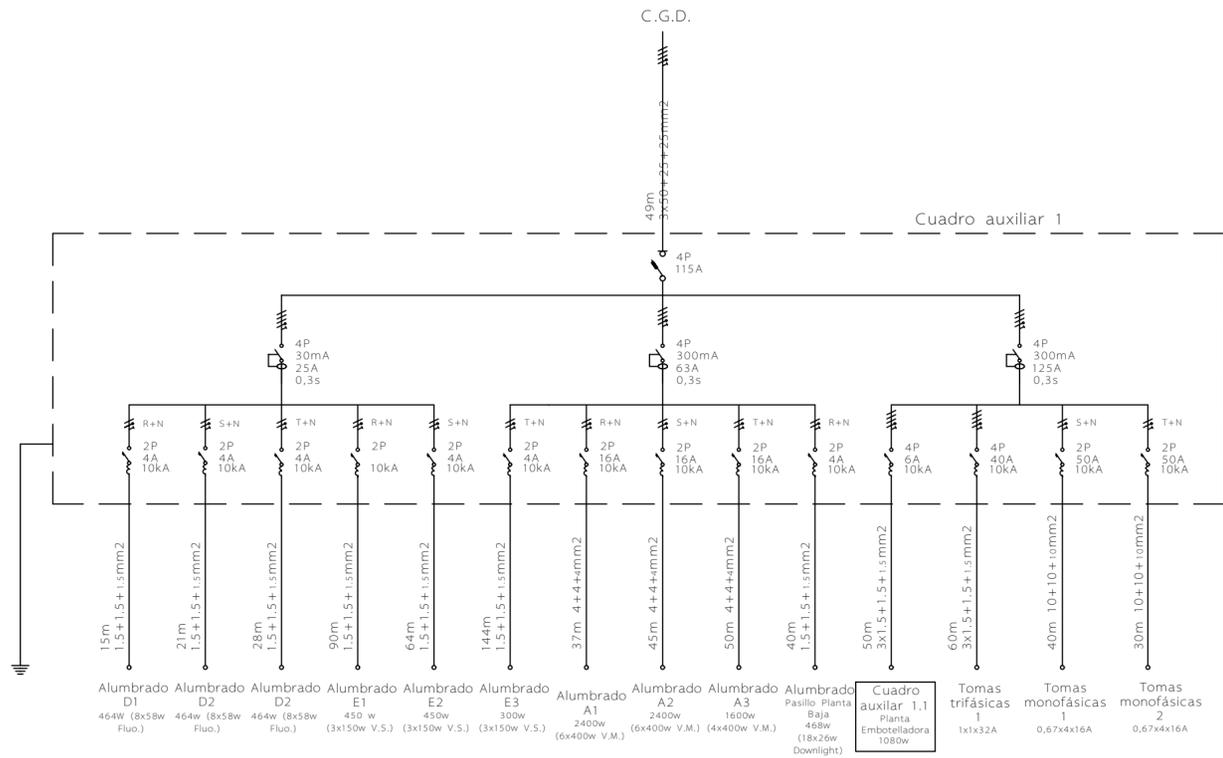
PLANO:

FIRMA: FECHA: ESCALA: Nº PLANO:

LEYENDA	
	TRANSFORMADOR ELÉCTRICO * Potencia aparente (kVA) * Relación de transformación Primario/Secundario (kV)
	INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO * N° de polos * Intensidad nominal (A) * Poder de corte (kA)
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL * N° de polos * Sensibilidad amperimétrica (mA) * Sensibilidad cronométrica (s)
	INTERRUPTOR SECCIONADOR * N° de polos * Intensidad nominal (A)
TIPO DE CABLE * Se especifica longitud del cable (m) * Se especifica sección: Fase x Neutro x Tierra (mm2)	
Representación de un hilo	
Conductor neutro (N)	
Conductor de protección (CP)	

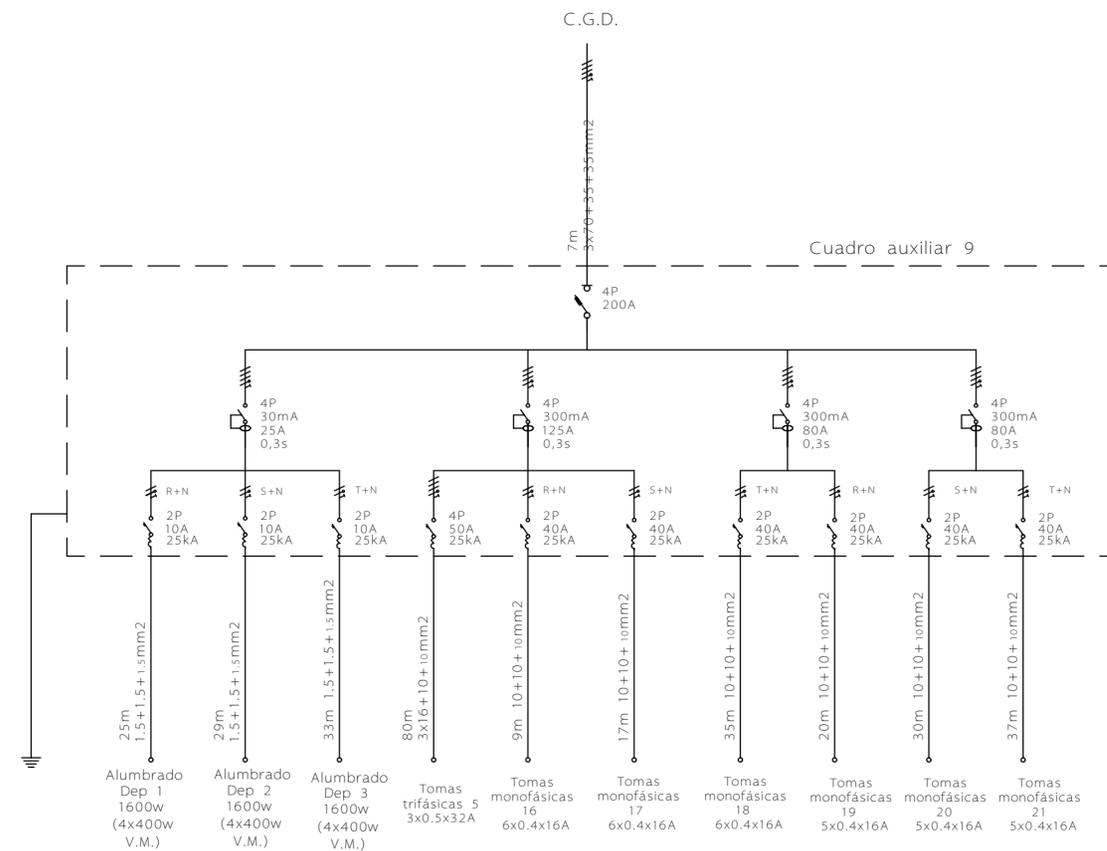
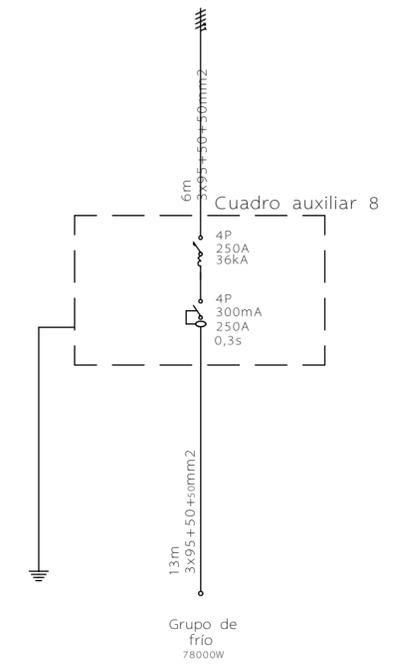
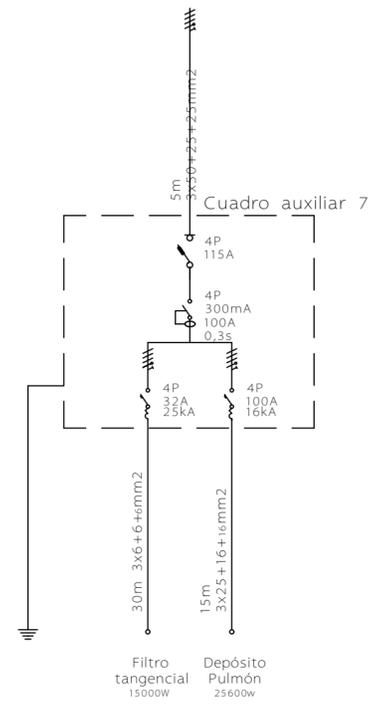
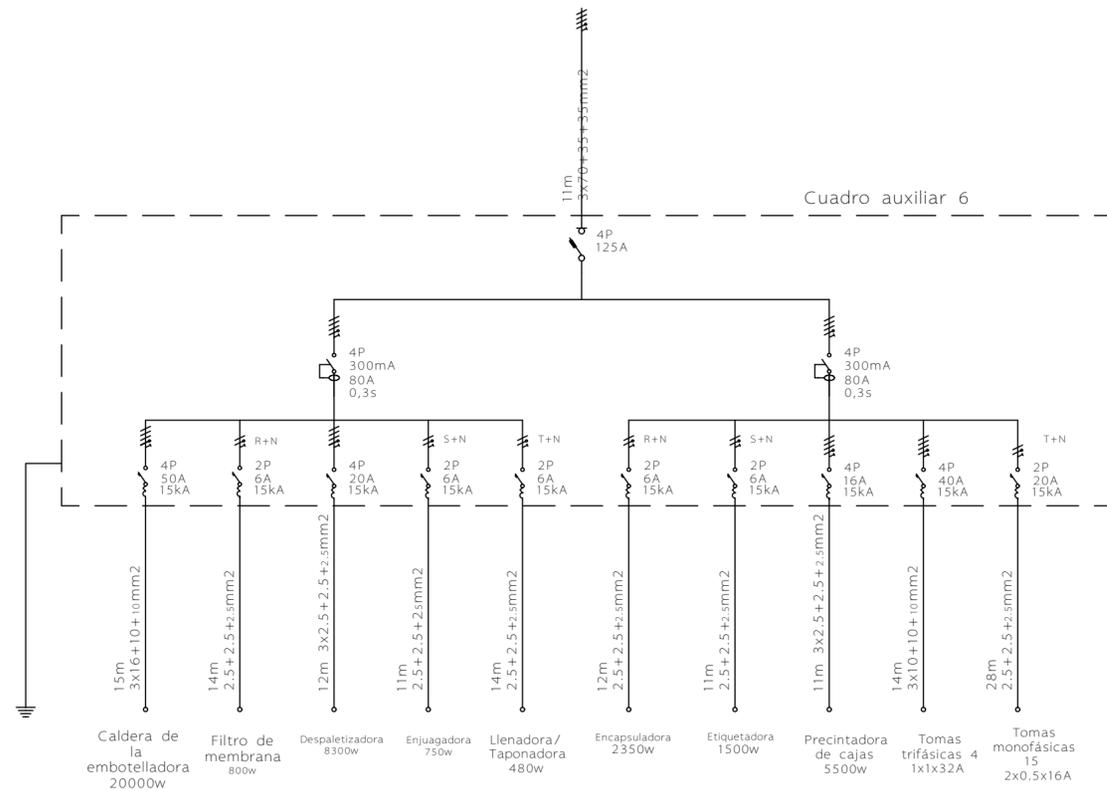


 Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN PARA BODEGA Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		REALIZADO: Jaime García, Eduardo
PLANO: Esquemas unifilares. Cuadro general de distribución		FIRMA: FECHA: 30/11/06 ESCALA: S/E Nº PLANO: 6



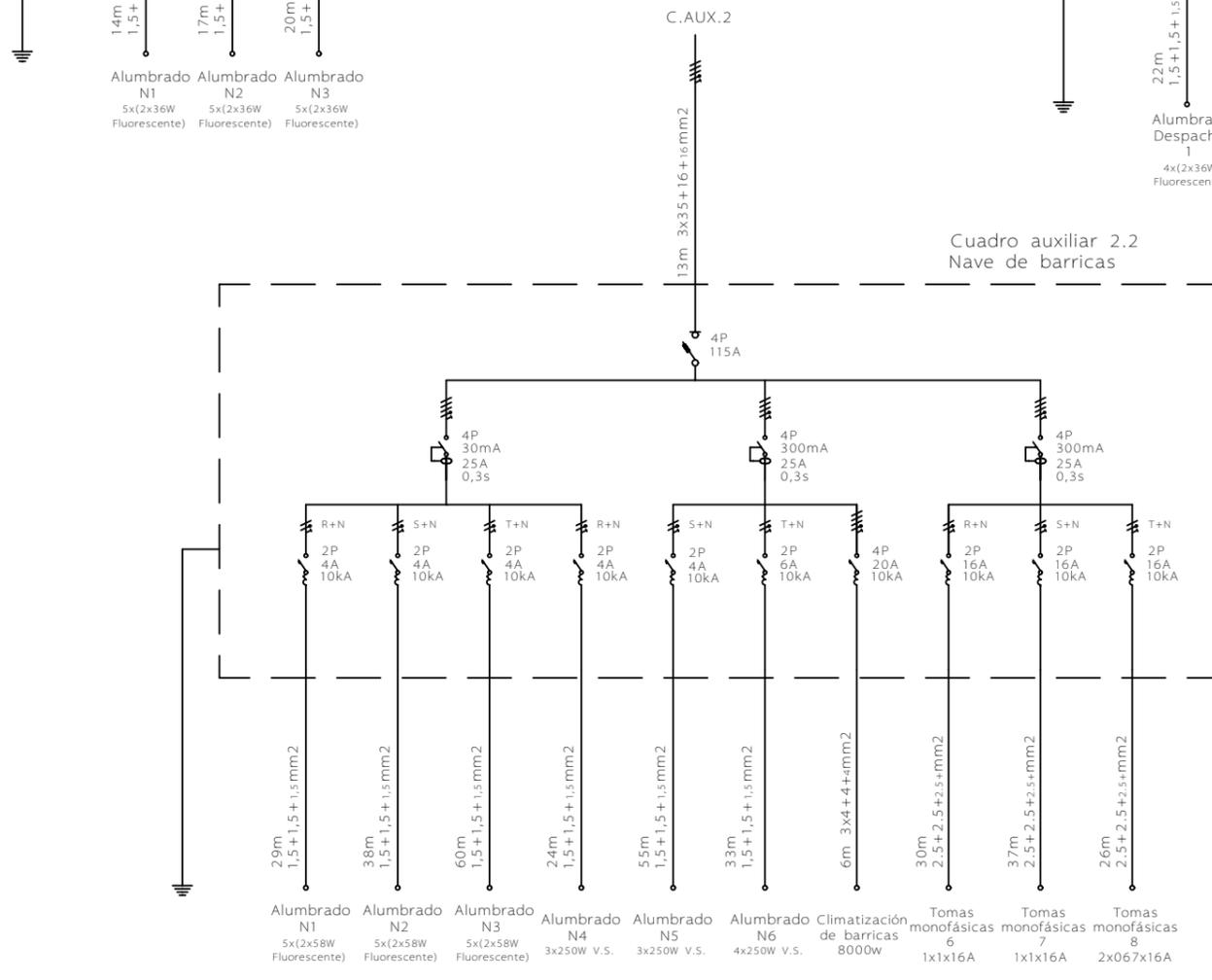
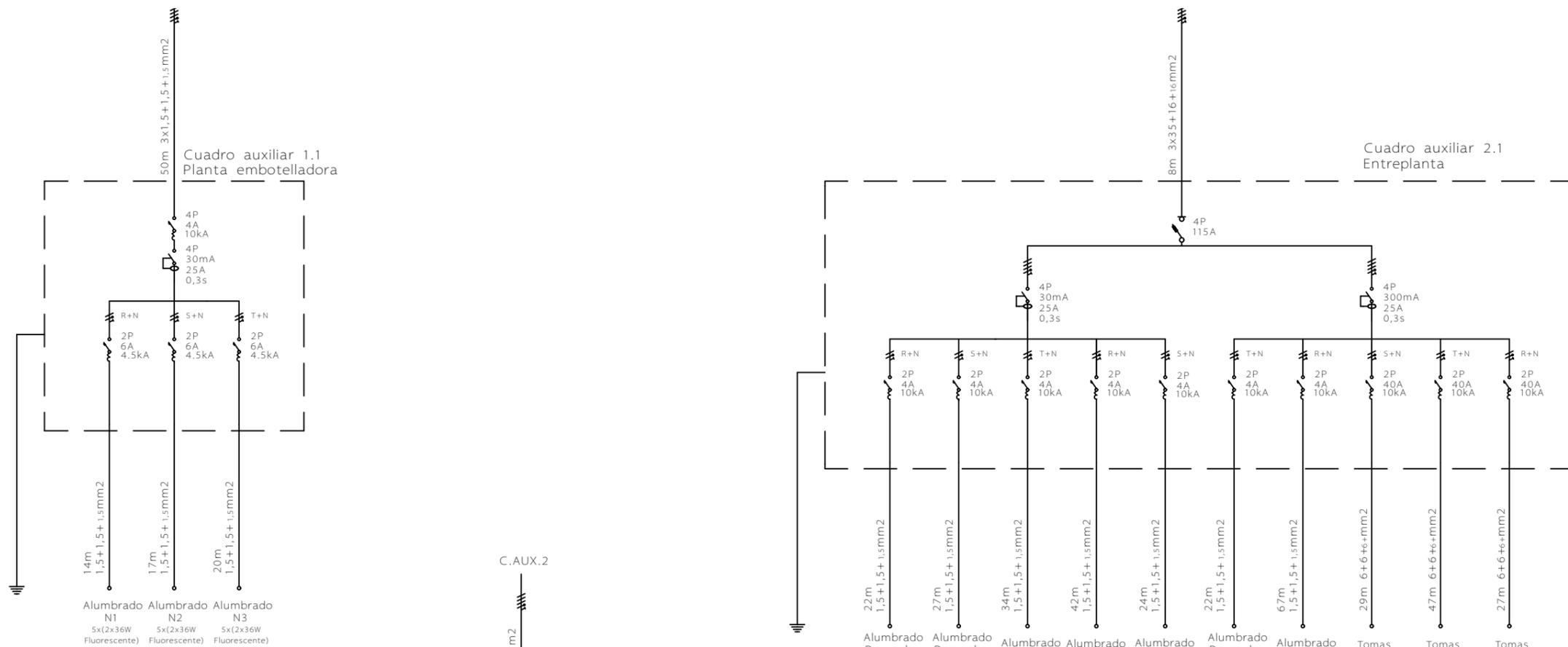
LEYENDA	
TRANSFORMADOR ELÉCTRICO	
	* Potencia aparente (kVA) * Relación de transformación Primario/Secundario (KV)
INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO	
	* Nº de polos * Intensidad nominal (A) * Poder de corte (kA)
INTERRUPTOR DIFERENCIAL	
	* Nº de polos * Sensibilidad amperimétrica (mA) * Sensibilidad cronométrica (s)
INTERRUPTOR SECCIONADOR	
	* Nº de polos * Intensidad nominal (A)
TIPO DE CABLE	
* Se especifica longitud del cable (m) * Se especifica sección: Fase x Neutro x Tierra (mm ²)	
Representación de un hilo	
Conductor neutro (N)	
Conductor de protección (CP)	

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: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN PARA BODEGA Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	
PLANO:		REALIZADO: Jaime García, Eduardo
FECHA:		ESCALA:
Nº PLANO:		



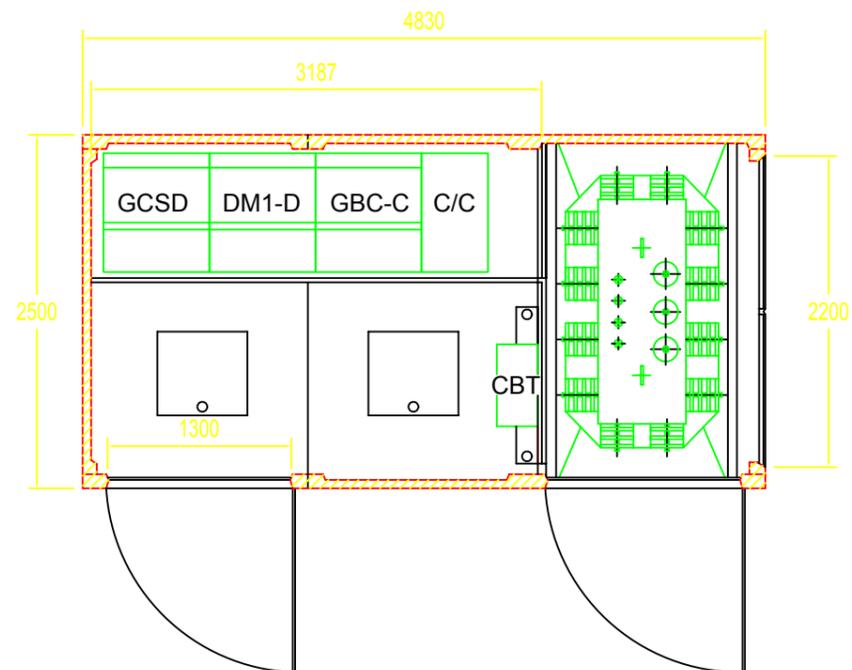
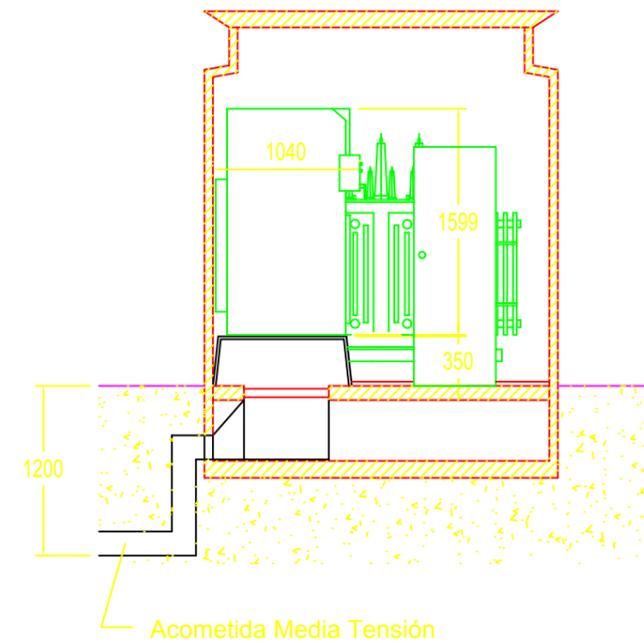
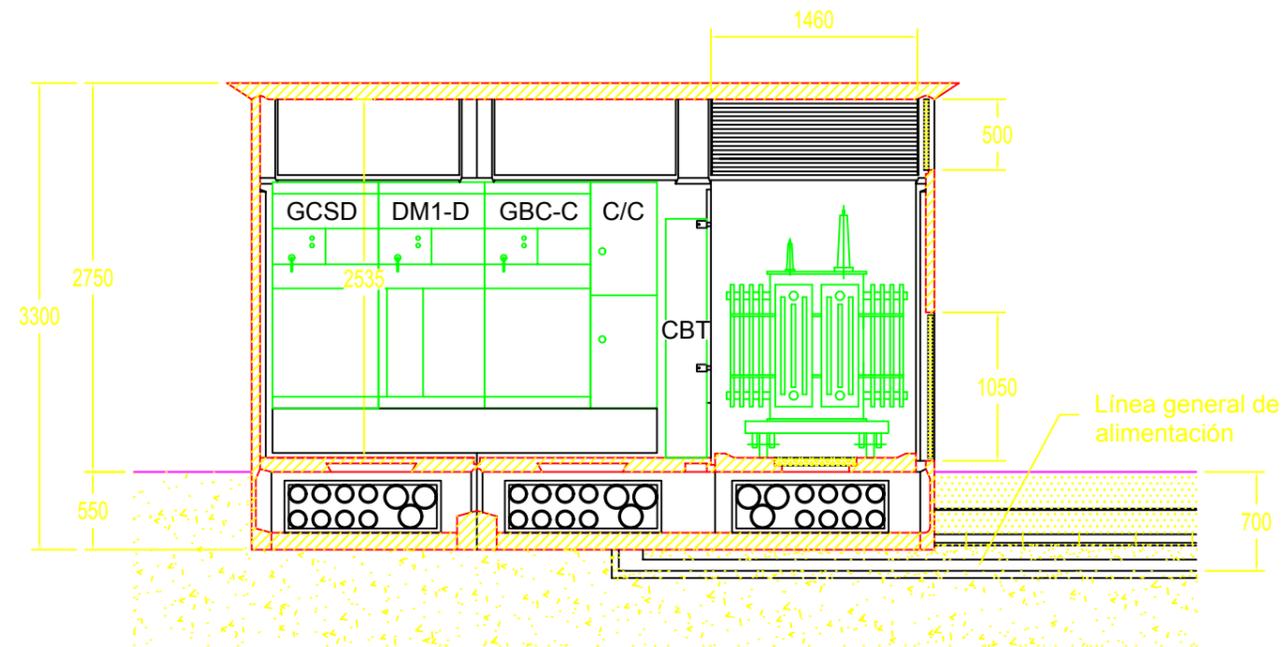
LEYENDA	
	TRANSFORMADOR ELÉCTRICO * Potencia aparente (kVA) * Relación de transformación Primario/Secundario (kV)
	INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO * Nº de polos * Intensidad nominal (A) * Poder de corte (kA)
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL * Nº de polos * Sensibilidad amperimétrica (mA) * Sensibilidad cronométrica (s)
	INTERRUPTOR SECCIONADOR * Nº de polos * Intensidad nominal (A)
TIPO DE CABLE * Se especifica longitud del cable (m) * Se especifica sección: Fase x Neutro x Tierra (mm2)	
	Representación de un hilo
	Conductor neutro (N)
	Conductor de protección (CP)

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: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN PARA BODEGA Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	
PLANO:		REALIZADO: Jaime García, Eduardo
FECHA:		ESCALA:
Nº PLANO:		



LEYENDA	
	TRANSFORMADOR ELÉCTRICO * Potencia aparente (kVA) * Relación de transformación Primario/Secundario (kV)
	INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO * Nº de polos * Intensidad nominal (A) * Poder de corte (kA)
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL * Nº de polos * Sensibilidad amperimétrica (mA) * Sensibilidad cronométrica (s)
	INTERRUPTOR SECCIONADOR * Nº de polos * Intensidad nominal (A)
TIPO DE CABLE * Se especifica longitud del cable (m) * Se especifica sección: Fase x Neutro x Tierra (mm ²)	
	Representación de un hilo
	Conductor neutro (N)
	Conductor de protección (CP)

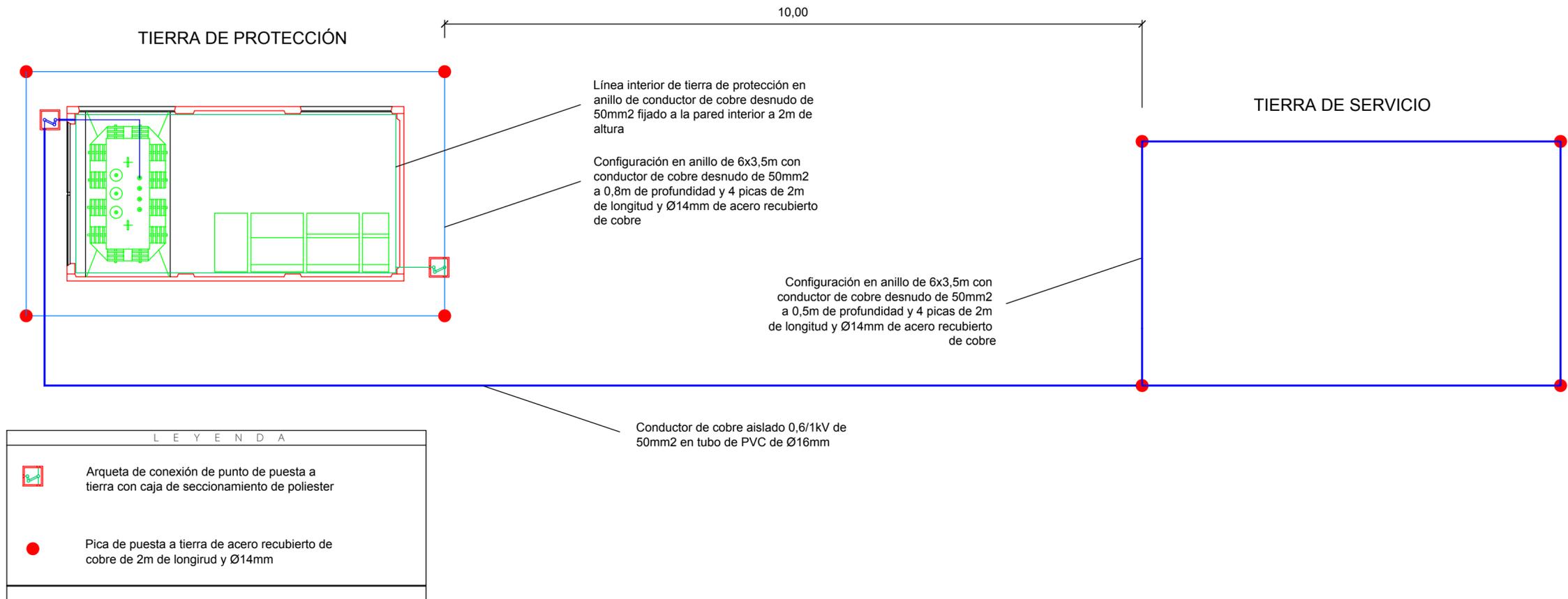
Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN PARA BODEGA Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	
PLANO:	REALIZADO: Jaime García, Eduardo	FIRMA:
FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:



- GCS Celda de interruptor con salida lateral superior por barras a derecha (1600x750x840mm)
- DM1-D Celda de protección general con interruptor automático y salida inferior por barras a derecha (1600x750x840mm)
- GBC-C Celda de medida de tensión e intensidad con entrada inferior lateral por barras y salida inferior por cable (1600x750x840mm)
- C/C Cuadro de contadores (1600x470x840mm)
- CBT Cuadro de baja tensión (1690x580x290mm)

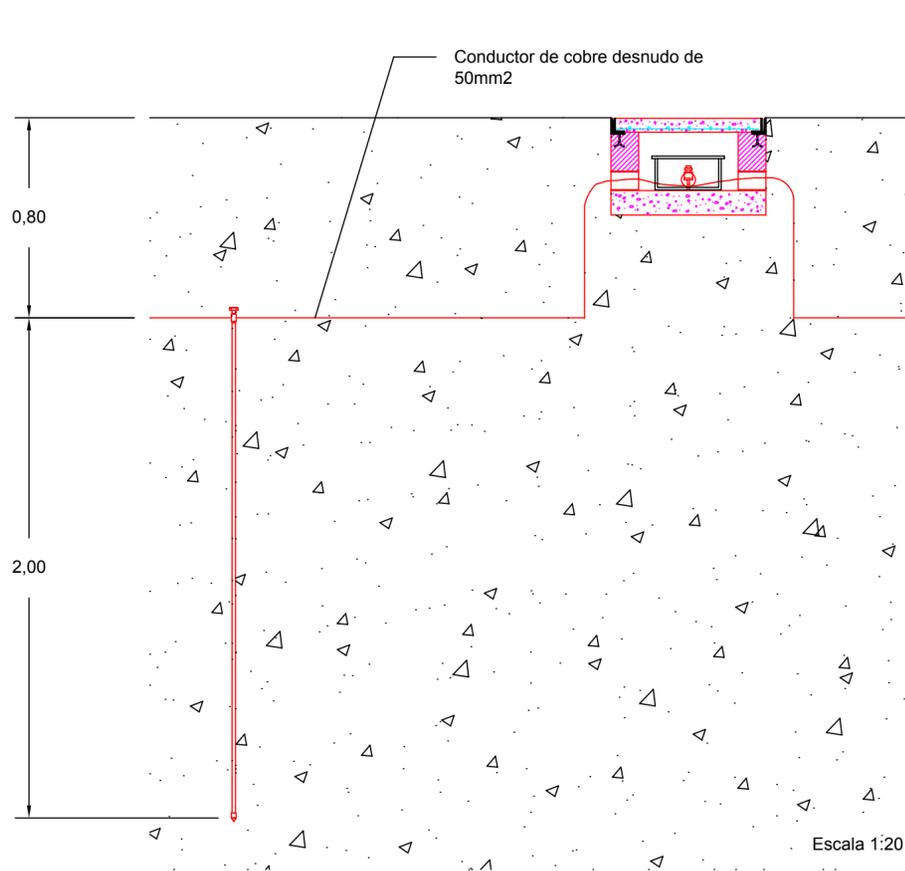
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN PARA BODEGA Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	REALIZADO: Jaime García, Eduardo
PLANO: Planta del Centro de Transformación	FECHA: 30/11/06	ESCALA: S/E
	Nº PLANO: 10	

Escala 1:50

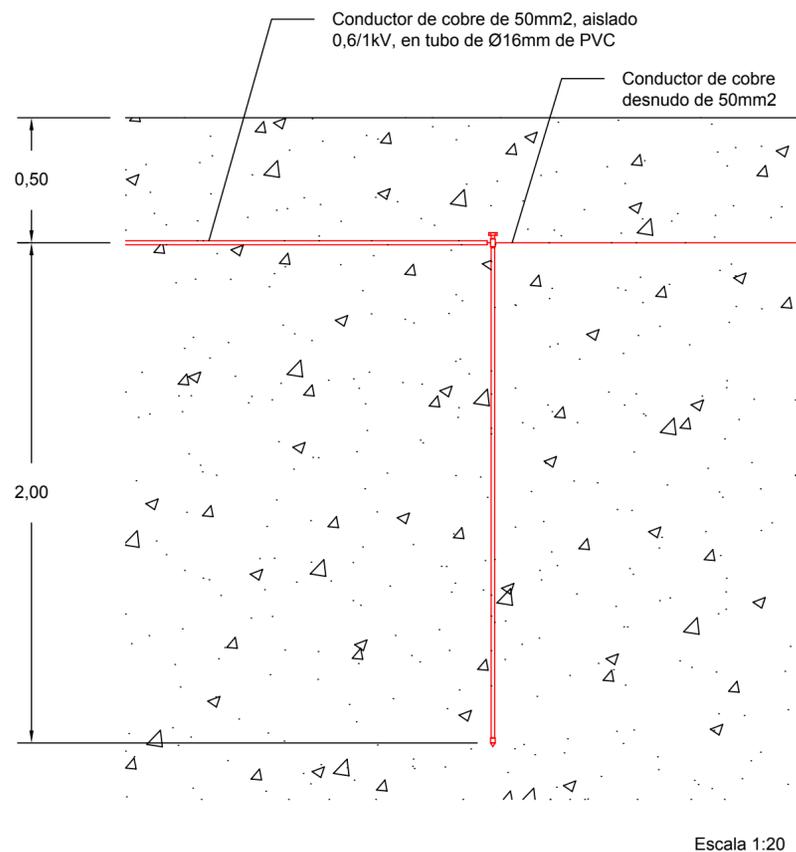


DETALLE ARQUETA IN

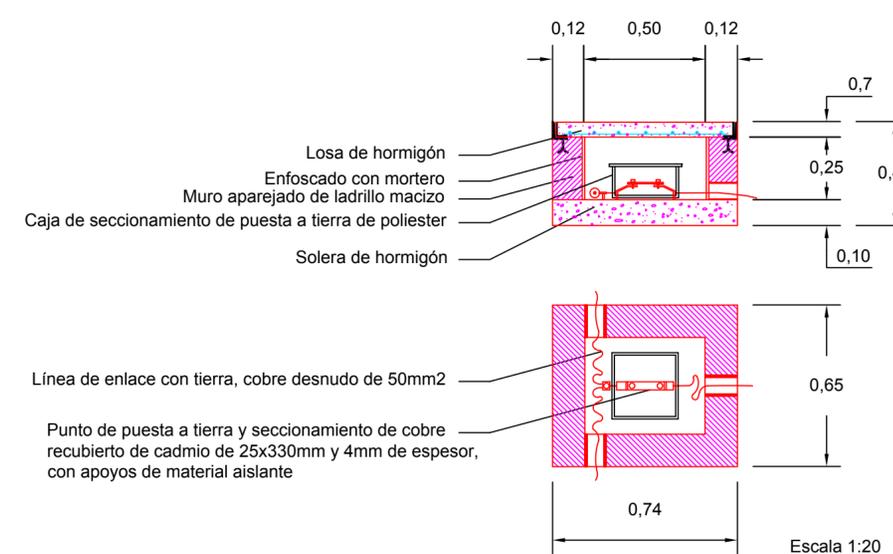
DETALLE ARQUETA INSTALACIÓN DE TIERRA DE PROTECCIÓN



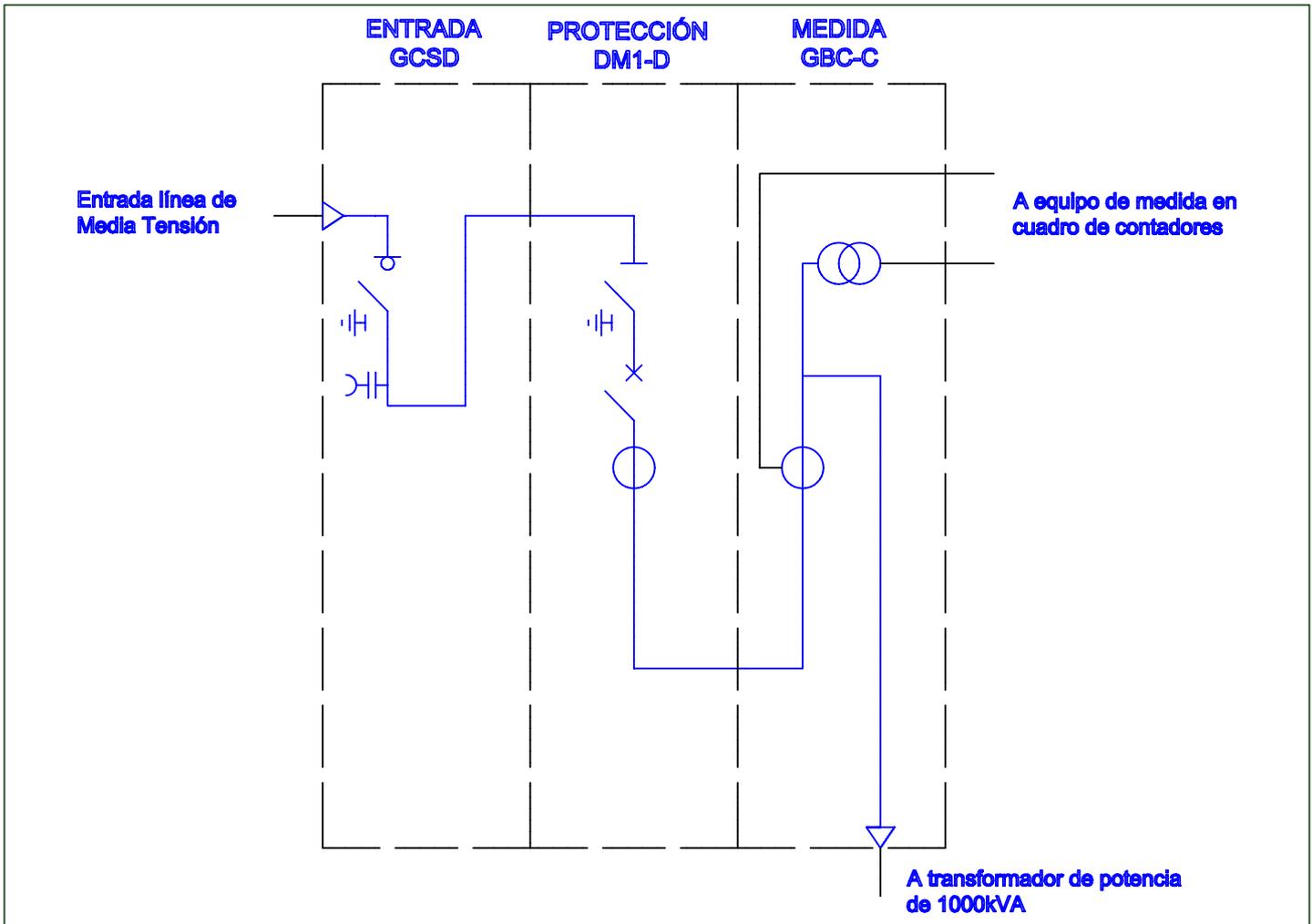
DETALLE ARQUETA INSTALACIÓN DE TIERRA DE SERVICIO

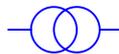


DETALLE ARQUETA PARA CAJA DE SECCIONAMIENTO

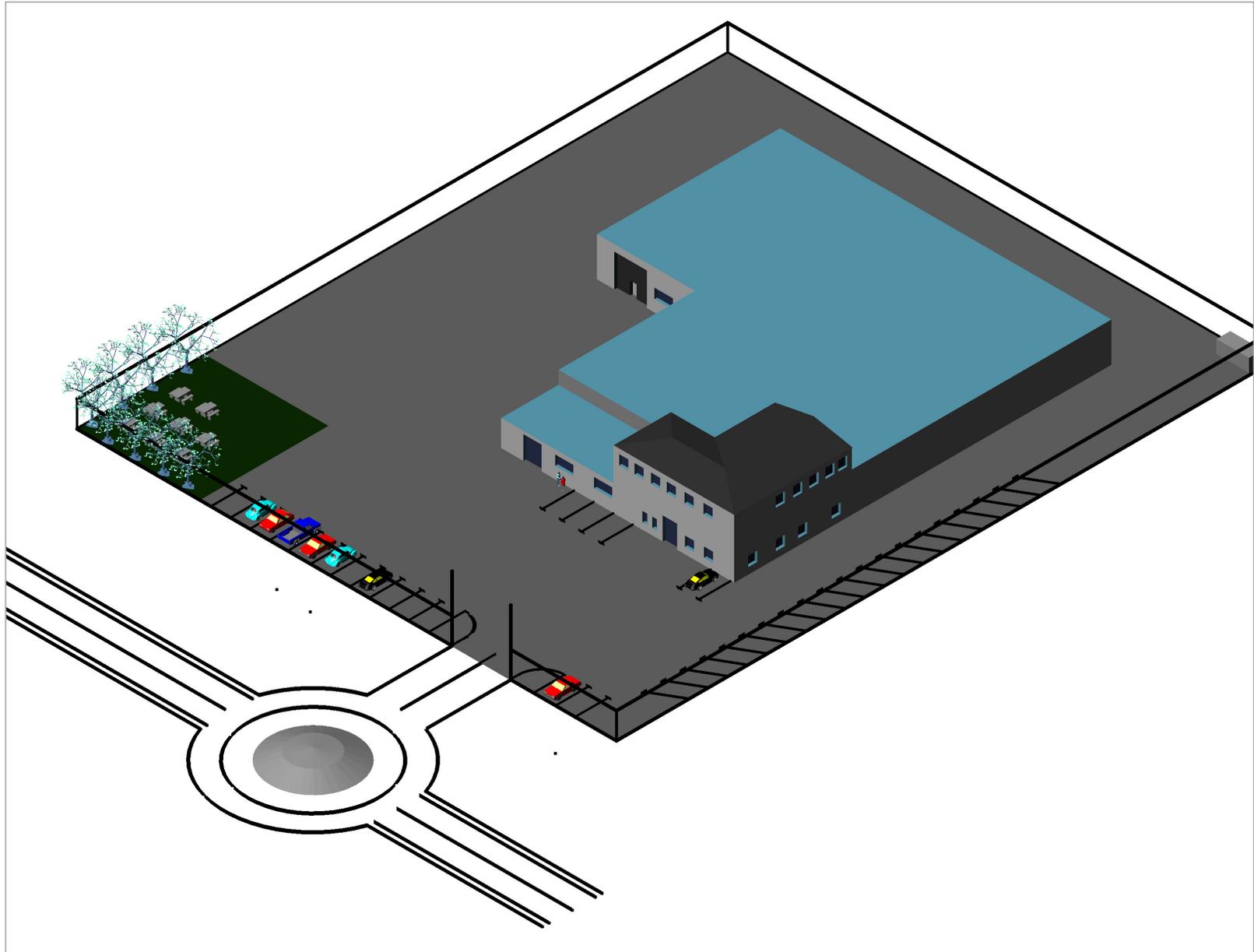


 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	REALIZADO: Jaime García, Eduardo
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN PARA BODEGA Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		FIRMA:
PLANO:	FECHA:	ESCALA: Nº PLANO:



-  Interruptor seccionador SF6 400A, 24kV
-  Seccionador de puesta a tierra SF6 400A, 24kV
-  Bloque de 3 lámparas indicadoras de presencia de tensión
-  Interruptor automático Fluarc SFset 400A, 24kV, PdC=25kA
-  Transformador de intensidad 50/5A, 15VA
-  Transformador de tensión bipolar 13200-22000/110V, 50VA

 <p>Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i></p>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	REALIZADO: Jaime García, Eduardo		
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN PARA BODEGA Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		FIRMA:		
PLANO: Esquema Unifilar del Centro de Transformación		FECHA: 30/11/06	ESCALA: S/E	Nº PLANO: 12





ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELECTRICA EN BAJA TENSIÓN PARA
BODEGA Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

PLIEGO DE CONDICIONES

Eduardo Jaime García

Tutora: Marta Solano Goñi

Pamplona, 30 de Noviembre de 2006



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. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	24
4.8.9. OTRAS OBRAS Y TRABAJOS	26
4.9. CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES	26
4.10. PRUEBA DE LA INSTALACIÓN	27
4.11. DISPOSICIÓN FINAL	27





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 bodega 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 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, e instrucciones técnicas complementarias (Real Decreto 3.275/82, de 12 de noviembre de 1982).
- Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE-IE).
- Normas particulares de la empresa suministradora de energía, Iberdrola.
- 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 cumpliera 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 (como es el caso de la bodega).
 - 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 15 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. 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 deposito 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 sobreintensidades 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.

4.8.9. 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.

- 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
Eduardo Jaime García**

Pamplona, 30 de noviembre de 2006.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELECTRICA EN BAJA TENSION PARA
BODEGA Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Eduardo Jaime García

Tutora: Marta Solano Goñi

Pamplona, 30 de Noviembre de 2006



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
Olite (Navarra)

Promotor:

Jaime García, Eduardo.
C/ Virgen del Puy, Nº 6; 7º H. C.P. 31011
Pamplona (Navarra)



5.3. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA PROYECTADA.

Instalación:

Instalación eléctrica en baja tensión para bodega 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 pie de flecha.

Normalmente van montadas en pie 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 cunetones 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 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 pisén 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 tabloneros, 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 31/95 de 8 de Noviembre), 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
Eduardo Jaime García

Pamplona, 30 de noviembre de 2006.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELECTRICA EN BAJA TENSION PARA
BODEGA Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

PRESUPUESTO

Eduardo Jaime García

Tutora: Marta Solano Goñi

Pamplona, 30 de Noviembre de 2006



5. PRESUPUESTO:



ÍNDICE:

1. CAPÍTULO I: ALUMBRADO	4
2. CAPÍTULO II: DISTRIBUCIÓN	9
3. CAPÍTULO III: PROTECCIONES EN BAJA TENSIÓN	14
4. CAPÍTULO IV: COMPENSACIÓN DE LA ENERGÍA REACTIVA	19
5. CAPÍTULO V: PUESTA A TIERRA	20
6. CAPÍTULO VI: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	21
7. CAPÍTULO VII: PEQUEÑO MATERIAL	26
8. CAPÍTULO VIII: OBRA CIVIL	27
9. RESUMEN DEL PRESUPUESTO	28



1. CAPÍTULO I: ALUMBRADO

Nº de orden	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario (€)	Total (€)
1.1.	ALUMBRADO INTERIOR				
1.1.1.	Luminaria empotrable universal para lámparas TL-D y TL-5. Equipo electrónico, carcasa de chapa de acero prelacado en blanco con dos tipos de anclaje, uno para techos de perfil oculto y otro para escayolas. Modelo TBS 160 2xTL-D 36W / 840 HF-P M6 de PHILIPS	Ud.	43	72,00	3096,00
1.1.2.	Luminaria empotrable universal para lámparas TL-D y TL-5. Equipo electrónico, carcasa de chapa de acero prelacado en blanco con dos tipos de anclaje, uno para techos de perfil oculto y otro para escayolas. Modelo TBS 160 3xTL-D 36W / 840 HF-P M6 de PHILIPS. Incluye 3 lámparas fluorescentes PHILIPS Master TL-D Seguras de longitud 1500mm y diámetro de 28 mm	Ud.	6	209,00	1254,00
1.1.3.	Luminarias empotrables downlights con reflector de aluminio de alto brillo. Conexión rápida mediante push-in. Ópticas y estructura de aluminio (sujeciones plásticas). Empotrable en falso techo mediante bastidor de sujeción rápida FBS270 1x PL-C 2P/ 26W/840 de PHILIPS. Incluye lámpara Compacta Master PL-C 26W/840/2P G24D-3 de PHILIPS	Ud.	82	110,00	9020,00
1.1.4.	Luminarias empotrables downlights con reflector de aluminio de alto brillo. Conexión rápida mediante push-in. Ópticas y estructura de aluminio (sujeciones plásticas). Empotrable en falso techo mediante bastidor de sujeción rápida FBS270 1x PL-C 2P/ 18W/840 de PHILIPS. Incluye lámpara Compacta Master PL-C 18W/840/2P G24D-3 PHILIPS	Ud.	6	110,00	660,00



Nº de orden	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario (€)	Total (€)
1.1.5.	Luminaria empotrable universal para lámparas TL-D y TL-5. Equipo electrónico, carcasa de chapa de acero prelacado en blanco con lamas tridimensionales y espejos Fresnel Modelo TBS330 2xTL-D 58W / 840 IC de PHILIPS. Incorporan lámpara fluorescente Master TL-D Super 80 58W/840 de PHILIPS. Longitud 1514.2mm incluyendo el casquillo y diámetro de 28mm.	Ud.	24	164,00	3936,00
1.1.6.	Campana para lámpara de descarga con reflector de aluminio y cierre de cristal. Caja portaequipos de aluminio y policarbonato negro, reflector de aluminio anodizado y cierre de cristal endurecido térmicamente. Con cierre y juntas estancas que garantizan la protección del conjunto. Modelo HPK 150HPL-N400W IC IP65 de PHILIPS. Contiene lámpara de Vapor de Mercurio modelo HPL-N 400W/542 E40 de PHILIPS. Dimensiones 121mm de diámetro y 290mm de longitud, incluido el casquillo.	Ud.	48	193,00	9264,00
1.1.7.	Proyector simétrico, resistente a corrosión, con reflector de aluminio anodizado y cierre de vidrio endurecido térmicamente. Carcasa de Poliamida reforzada moldeada por inyección, pintada en negro SNF300 1 x SON-T250W 230V K de PHILIPS. Incorpora lámpara de Vapor de Sodio Master SON-T PIA HG FREE 250W E E40 de PHILIPS. Dimensiones, 47mm de diámetro y 257mm de longitud incluido el casquillo.	Ud.	10	406,00	4060,00



Nº de orden	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario (€)	Total (€)
1.1.8.	Lámpara fluorescente de 28mm de diámetro y 1213.6mm de largo incluyendo el casquillo. Modelo Master TL-D Super 80 36W/840 de PHILIPS.	Ud.	86	4,57	393,02
1.2.	ALUMBRADO EXTERIOR				
1.2.1.	Proyector para exterior con carcasa de aluminio inyectado a alta presión resistente a la corrosión, con bajo contenido en cobre y acabado de poliéster negro de alta calidad. Incorpora reflector de aluminio de alta pureza con la superficie posterior maleteada y superficies laterales lisas. Cristal endurecido de 4 mm de espesor. Incluye soporte de montaje de acero galvanizado por inmersión en caliente. Todos los elementos de fijación exterior son de acero inoxidable. Modelo PHILIPS TEMPO 2 (SWF 231) de PHILIPS. Incluye lámpara de vapor de sodio a alta presión de 150W SON-T COMFORT PRO 150W E E40 de PHILIPS, de 13000 lúmenes de flujo luminoso y una eficacia del 87%.	Ud.	8	165,00	1320,00
1.3.	ALUMBRADO DE EMERGENCIA				
1.3.1.	Aparato de emergencia no permanente modelo L-55 de LUZNOR de 50lm y 6W, con lámpara fluorescente. Caja de poliéster y difusor de policarbonato, batería de Ni-Cd con 1h de autonomía y balasto electrónico. Con etiqueta de señalización de salida y útiles de fijación, fijado e instalado.	Ud.	27	39,41	1.587,33



Nº de orden	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario (€)	Total (€)
1.3.2.	Aparato combinado de señalización permanente y emergencia modelo L-90P de LUZNOR de 80lm y 12W, con lámpara fluorescente. Caja de poliéster y difusor de policarbonato, batería de Ni-Cd con 1h de autonomía y balasto electrónico. Con etiqueta de señalización de salida y accesorios de fijación a pared, fijado e instalado.	Ud.	6	58,79	352,74
1.3.3.	Aparato combinado de señalización permanente y emergencia modelo L-100P-3 de LUZNOR de 100lm y 12W, con lámpara fluorescente. Caja de poliéster y difusor de policarbonato, batería de Ni-Cd con 1h de autonomía y balasto electrónico. Con etiqueta de señalización de salida y accesorios de fijación a pared, fijado e instalado.	Ud.	2	72,51	145,02
1.3.4.	Aparato combinado de señalización permanente y emergencia modelo L-130P-3 de LUZNOR de 130lm y 12W, con lámpara fluorescente. Caja de poliéster y difusor de policarbonato, batería de Ni-Cd con 1h de autonomía y balasto electrónico. Con etiqueta de señalización de salida y accesorios de fijación a pared, fijado e instalado.	Ud.	1	82,80	82,80
1.3.5.	Aparato de emergencia no permanente modelo L-130-2 de LUZNOR de 130lm y 12W, con lámpara fluorescente. Caja de poliéster y difusor de policarbonato, batería de Ni-Cd con 1h de autonomía y balasto electrónico. Con etiqueta de señalización de salida y accesorios de fijación a pared, fijado e instalado.	Ud.	6	79,87	479,22



Nº de orden	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario (€)	Total (€)
1.3.6.	Aparato combinado de señalización permanente y emergencia modelo L-170P-3 de LUZNOR de 170lm y 12W, con lámpara fluorescente. Caja de poliéster y difusor de policarbonato, batería de Ni-Cd con 1h de autonomía y balasto electrónico. Con etiqueta de señalización de salida y accesorios de fijación a pared, fijado e instalado.	Ud.	3	89,40	268,2
1.3.7.	Aparato combinado de señalización permanente y emergencia modelo L-350P-2 de LUZNOR de 255lm y 12W, con lámpara fluorescente. Caja de poliéster y difusor de policarbonato, batería de Ni-Cd con 1h de autonomía y balasto electrónico. Con etiqueta de señalización de salida y accesorios de fijación a pared, fijado e instalado.	Ud.	3	96,23	288,69
1.3.8.	Aparato combinado de señalización permanente y emergencia modelo L-330P de LUZNOR de 300lm y 12W, con lámpara fluorescente. Caja de poliéster y difusor de policarbonato, batería de Ni-Cd con 1h de autonomía y balasto electrónico. Con etiqueta de señalización de salida y accesorios de fijación a pared, fijado e instalado.	Ud.	3	108,72	326,16
1.3.9.	Aparato de emergencia no permanente modelo L-450 de LUZNOR de 440lm y 11W, con lámpara fluorescente. Caja de poliéster y difusor de policarbonato, batería de Ni-Cd con 1h de autonomía y balasto electrónico. Con etiqueta de señalización de salida y accesorios de fijación a pared, fijado e instalado.	Ud.	9	115,46	1039,14



Nº de orden	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario (€)	Total (€)
1.3.10.	Aparato de emergencia no permanente modelo L-550 de LUZNOR de 520lm y 11W, con lámpara fluorescente. Caja de poliéster y difusor de policarbonato, batería de Ni-Cd con 1h de autonomía y balasto electrónico. Con etiqueta de señalización de salida y accesorios de fijación a pared, fijado e instalado.	Ud.	6	120,35	722,1
1.3.11.	Aparato de emergencia no permanente modelo L-650 de LUZNOR de 610lm y 11W, con lámpara fluorescente. Caja de poliéster y difusor de policarbonato, batería de Ni-Cd con 1h de autonomía y balasto electrónico. Con etiqueta de señalización de salida y accesorios de fijación a pared, fijado e instalado.	Ud.	6	135,50	813,00
	SUBTOTAL				39107,42



2. CAPÍTULO II: DISTRIBUCIÓN

Nº de orden	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario (€/m)	Total (€)
2.1.	CONDUCTORES				
	RETENAX FLEX RV-K 0,6/1 kV de PIRELLI. Conductor de cobre electrolítico recocido de flexibilidad clase 5, según UNE 21022. Aislamiento en mezcla de polietileno reticulado (XLPE). Cubierta en mezcla de policloruro de vinilo (PVC). Colocado, fijado con bridas de sujeción cada 2m e instalado, incluso retirado material sobrante.				
2.1.1.	Cable unipolar de 300mm ²	m.	234	112,37	26294,58
2.1.2.	Cable unipolar de 150mm ²	m.	156	53,03	8272,68
2.1.3.	Cable unipolar de 95mm ²	m.	39	33,74	1315,86
2.1.4.	Cable unipolar de 50mm ²	m.	26	18,49	480,74
2.1.5.	Cable unipolar de 25mm ²	m.	45	9,11	409,95
2.1.6.	Cable unipolar de 16mm ²	m.	105	5,85	614,25
2.1.7.	Cable unipolar de 10mm ²	m.	230	3,87	890,10
2.1.8.	Cable unipolar de 6mm ²	m.	150	2,43	364,50
2.1.9.	Cable unipolar de 2.5mm ²	m.	1225	1,27	1555,75
	AFUMEX 1000V (AS) RZ1-K 0,6/1 kV de PIRELLI. Conductor de cobre electrolítico recocido de flexibilidad clase 5, según UNE 21022. Aislamiento en mezcla de polietileno reticulado (XLPE). Cubierta en mezcla especial termoplástica, cero halógenos. Colocado, fijado con bridas de sujeción cada 2m e instalado, incluso retirado material sobrante.				
2.1.10.	Cable pentapolar 3x95+50+50mm ²	m.	52	92,57	4813,64
2.1.11.	Cable pentapolar 3x70+35+35mm ²	m.	18	70,70	1272,60
2.1.12.	Cable pentapolar 3x50+25+25mm ²	m.	54	51,61	2786,94



Nº de orden	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario (€/m)	Total (€)
2.1.13.	Cable pentapolar 3x35+16+16mm ²	m.	72	37,93	2730,96
2.1.14.	Cable pentapolar 3x16+10+10mm ²	m.	80	20,14	1611,20
2.1.15.	Cable pentapolar 3x10+10+10mm ²	m.	86	18,13	1559,18
2.1.16.	Cable pentapolar 3x4+4+4mm ²	m.	6	5,31	31,86
2.1.16.	Cable pentapolar 3x1,5+1,5+1,5mm ²	m.	50	2,20	110,00
2.1.17.	Cable unipolar de 10mm ²	m.	657	4,38	2877,66
2.1.18.	Cable unipolar de 6mm ²	m.	585	2,73	1597,05
2.1.19.	Cable unipolar de 4mm ²	m.	708	1,97	2102,76
2.1.20.	Cable unipolar de 2.5mm ²	m.	615	1,51	928,65
2.1.21.	Cable unipolar de 1.5mm ²	m.	3429	1,11	3806,19
	AFUMEX FIRS (AS+) SZ1-K/RZ1-K 0,6/1 kV de PIRELLI. Conductor de cobre electrolítico recocido de flexibilidad clase 5, según UNE 21022. Aislamiento en mezcla especial termoplástica, cero halógenos, tipo: con silicona hasta 10mm ² , polietileno reticulado (XLPE) y cinta de vidrio mica a partir de 16mm ² . Cubierta en mezcla especial termoplástica, cero halógenos. Colocado, fijado con bridas de sujeción cada 2m e instalado, incluso retirado material sobrante.				
2.1.22.	Cable unipolar de 1,5mm ²	m.	2145	2,70	5791,5
2.2.	CANALIZACIONES				



Nº de orden	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario (€)	Total (€)
2.2.1.	Tubo liso de PVC rígido no propagador de la llama, de 80mm de diámetro interno, incluido prensaestopas, fijaciones, separadores, material complementario, colocación, instalación y acondicionamiento de los pasos a través de elementos de la construcción, y retirada de material sobrante.	m.	104	10,07	1047,28
	Tubo liso de PVC rígido no propagador de la llama, enchufable y curvable en caliente; incluido fijaciones, prensaestopas, codos, curvas y material complementario; colocación, instalación y acondicionamiento de los pasos a través de elementos de la construcción, y retirada de material sobrante.				
2.2.2.	Tubo de 75mm de diámetro exterior	m.	5	6,23	31,15
2.2.3.	Tubo de 50mm de diámetro exterior	m.	31	5,14	159,34
2.2.4.	Tubo de 32mm de diámetro exterior	m.	190	2,35	446,5
2.2.5.	Tubo de 25mm de diámetro exterior	m.	223	1,84	410,32
2.2.6.	Tubo de 20mm de diámetro exterior	m.	467	1,15	537,05
2.2.7.	Tubo de 16mm de diámetro exterior	m.	2222	0,81	1799,82
	Tubo corrugado fabricado en PVC no propagador de la llama, provisto de guía pasacables; incluido fijaciones, manguitos, separadores, prensaestopas y material complementario; colocación, instalación y acondicionamiento de los pasos a través de elementos de la construcción, y retirada de material sobrante.				
2.2.8.	Tubo de 75mm de diámetro exterior	m.	10	0,96	9,60
2.2.9.	Tubo de 50mm de diámetro exterior	m.	10	0,71	7,10
2.2.10.	Tubo de 32mm de diámetro exterior	m.	15	0,52	7,80



Nº de Orden	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario (€)	Total (€)
2.2.11.	Tubo de 25mm de diámetro exterior	m.	10	0,34	3,40
2.2.12.	Tubo de 20mm de diámetro exterior	m.	30	0,24	7,20
2.2.13.	Tubo de 16mm de diámetro exterior	m.	25	0,19	4,75
2.2.14.	Bandeja completamente estanca reforzada en chapa de acero galvanizado sendzimir y recubierto con resina epoxi-poliéster color verde. Certificado IP659 resistencia del agua a chorro, a cuerpos sólidos y a impactos BPR-RL de KLK. Perfil en U de 2mm de espesor, 400mm de ancho y 100mm de altura de ala, con pliegue y fondo perforado. Incluidos codos, "T"-s y placas de unión necesarias, así como dispositivos de fijación a pared compuestos por tornillos incrustados en el ala del tipo Nutser. Colocado, fijado e instalado, incluso acondicionados los pasos a través de elementos de la construcción y retirado el material sobrante.	m.	428	66,74	28564,72
2.3.	ARMARIOS, CAJAS DE DERIVACIÓN Y TOMAS DE CORRIENTE				
2.3.1.	Armario en chapa de acero MVS de ELDON con sistema de chasis modular, de dimensiones 1600x600x300mm. Chasis ajustable en profundidad, sistema modulado en 31 filas (cada 50mm de altura), con 24 módulos por fila, marco soporte para tapas y carriles DIN, perfiles DIN, tapas superior e inferior ciegas, puerta transparente de cristal acrílico y marco de acero, y material de fijación. Incluido ensamblaje, colocación, fijación, conexionado y retirada de material sobrante.	Ud.	9	728,56	6557,04



Nº de Orden	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario (€)	Total (€)
2.3.2.	Armario de acero para distribución MULTI-FLEX MCSL de ELDON, de 1800x1000x600mm. Con panel modular para instrumentación, puerta parcial, puerta para zona de cables, barra para fijación de cables, tapa superior para salida de cables, sistema modular para compartimentos, perfiles DIN, sistema de ventilación y luminaria. Sistema de embarrado compuesto por soporte horizontal tetrapolar con 4 barras, por fase, de cobre de 40x10mm de sección; tuercas de presión, tornillos, grapas de presión y enclavamiento. Incluido ensamblaje, colocación, fijación, conexionado y retirada de material sobrante.	Ud.	1	1.654,03	1654,03
2.3.3.	Caja para bornas en policarbonato IP67, IK08. Dimensiones 200x200x130mm. Con marco de extensión, tapa opaca, carril DIN, regleta de bornas, pletina de puesta a tierra y sistema de fijación. Incluido colocación, fijación y conexionado.	Ud.	102	38,91	3968,82
	SUBTOTAL				117434,52



3. CAPÍTULO III: PROTECCIONES EN BAJA TENSIÓN

Nº de orden	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario (€)	Total (€)
3.1.	PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA				
3.1.1.	Interruptor automático de potencia con sistema MASTERPACT NT12 de MERLIN GERIN, de 4 polos con intensidad nominal de 1250A y poder de corte de 42kA. Retardo regulable de 0,4 a 1 veces I_n , funciones electrónicas para gestión de energía y análisis de redes y enclavamiento por cerradura. Incluido instalación y conexionado.	Ud.	1	6276,10	6276,10
	Interruptor automatico magnetotermico serie 97 MTS 160 de GEWISS colocado en caja; 4 polos, $I_n=160$ A y poder de corte de 36 KA. Incluido instalación y conexionado				
3.1.2.	GW97048. 4P, $I_n=160$ A, PdC=36kA	Ud.	2	546,00	1092,00
3.1.3.	GW97047. 4P, $I_n=125$ A, PdC=36kA	Ud.	1	484,00	484,00
3.1.4.	GW97046. 4P, $I_n=100$ A, PdC=36kA	Ud.	3	354,00	1062,00
3.1.5.	GW97045. 4P, $I_n=80$ A, PdC=36kA	Ud.	2	354,00	708,00
	Interruptor automático en caja moldeada con sistema COMPACT NS de MERLIN GERIN, con relé asociado TM-D o STR SE. Doble apertura rotativa, indicador de tensión, cubre bornes, contactos auxiliares y accesorios de conexión y fijación. Incluido instalación y conexionado.				
3.1.6.	NS250N. 4P, $I_n=200$ A, PdC=36kA	Ud.	1	1.221,41	1221,41
	Interruptor automatico magnetotermico serie 97 MTS 160 de GEWISS colocado en caja; 4 polos, $I_n=160$ A y poder de corte de 36 KA. Incluido instalación y conexionado				
3.1.7.	GW97425. 4P, $I_n=400$ A, PdC=36kA	Ud.	1	1700,00	1700,00



Nº de orden	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario (€)	Total (€)
	Interruptor automatico magnetotermico serie 90 MTC 45 de GEWISS colocado en caja; 1P+N polos y poder de corte de 4.5 KA. Incluido instalación y conexionado				
3.1.8	GW90025. 1P+N, I _n =6A,PdC=4.5kA	Ud.	6	12,80	76,80
	Interruptor automatico magnetotermico serie 92 MT 60 de GEWISS colocado en caja; 1P+N polos y poder de corte de 10 KA. Incluido instalación y conexionado				
3.1.9	GW92024. 1P+N, I _n =4A,PdC=10kA	Ud.	28	28,10	786,80
3.1.10	GW92026.1P+N, I _n =10A,PdC=10kA	Ud.	1	21,60	21,60
3.1.11	GW92027.1P+N, I _n =16A,PdC=10kA	Ud.	10	21,60	216,0
3.1.12	GW92029.1P+N, I _n =25A,PdC=10kA	Ud.	2	21,60	43,2
3.1.13	GW92031.1P+N, I _n =40A,PdC=10kA	Ud.	3	28,10	84,3
3.1.14	GW92032.1P+N, I _n =50A,PdC=10kA	Ud.	2	28,10	56,2
	Interruptor automatico magnetotermico serie 92 MT 60 de GEWISS colocado en caja; 4P polos y poder de corte de 10 KA. Incluido instalación y conexionado				
3.1.15	GW92083. 4P. I _n =4A,PdC=10kA	Ud.	1	67,50	67,50
3.1.16	GW92087. 4P. I _n =16A,PdC=10kA	Ud.	4	51,50	206,00
3.1.17	GW92088. 4P. I _n =20A,PdC=10kA	Ud.	2	51,50	103,00
3.1.18	GW92091. 4P. I _n =40A,PdC=10kA	Ud.	1	67,00	67,00
	Interruptor automatico magnetotermico serie 92 MT 100 de GEWISS colocado en caja; 1P+N polos y poder de corte de 15 KA. Incluido instalación y conexionado				
3.1.19	GW92645.1P+N. I _n =6A,PdC=15kA	Ud.	15	30,00	450,00
3.1.20	GW92647.1P+N. I _n =16A,PdC=15kA	Ud.	1	30,00	30,00
3.1.21	GW92648.1P+N. I _n =20A,PdC=15kA	Ud.	1	30,00	30,00
3.1.22	GW92649.1P+N. I _n =25A,PdC=15kA	Ud.	1	30,00	30,00
3.1.23	GW92651.1P+N. I _n =40A,PdC=15kA	Ud.	1	39,00	39,00



	Interruptor automatico magnetotermico serie 92 MT 100 de GEWISS colocado en caja; 4P y poder de corte de 15 KA. Incluido instalación y conexionado				
3.1.24	GW92687. 4P. $I_n=16A, PdC=15kA$	Ud.	1	58,60	58,60
3.1.25	GW92688. 4P. $I_n=20A, PdC=15kA$	Ud.	1	58,60	58,60
3.1.26	GW92691. 4P. $I_n=40A, PdC=15kA$	Ud.	2	76,10	152,2
3.1.27	GW92692. 4P. $I_n=50A, PdC=15kA$	Ud.	2	76,10	152,2
3.1.28	GW92693. 4P. $I_n=63A, PdC=15kA$	Ud.	1	76,10	76,10
	Interruptor automatico magnetotermico serie 92 MT 250 de GEWISS colocado en caja; 1P+N y poder de corte de 25 KA. Incluido instalación y conexionado				
3.1.29	GW92846. 1P+N. $I_n=10A, PdC=25kA$	Ud.	3	39,60	118,8
3.1.30	GW92851. 1P+N. $I_n=40A, PdC=25kA$	Ud.	6	51,40	308,4
	Interruptor automatico magnetotermico serie 92 MT 250 de GEWISS colocado en caja; 4P y poder de corte de 25 KA. Incluido instalación y conexionado				
3.1.31	GW92890. 4P. $I_n=32A, PdC=25kA$	Ud.	1	77,30	77,30
3.1.32	GW92892. 4P $I_n=50A, PdC=25kA$	Ud.	1	100,00	100,00
	Interruptor automatico magnetotermico serie 93 MTHP 160 de GEWISS colocado en caja; 4P y poder de corte de 16 KA. Incluido instalación y conexionado				
3.1.33	GW93348. 4P $I_n=100A, PdC=16kA$	Ud.	1	183,00	183,00
3.1.34	GW93349. 4P $I_n=125A, PdC=16kA$	Ud.	3	279,00	837,00
	Interruptor automatico magnetotermico serie 97 MTSE 250 de GEWISS colocado en caja; 4P y poder de corte de 36 KA. Incluido instalación y conexionado				
3.1.35	GW97308. 4P $I_n=250A, PdC=36kA$	Ud.	1	945,00	945,00



Nº de orden	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario (€)	Total (€)
3.2.	PROTECCIÓN DIFERENCIAL				
3.2.1.	Relé diferencial VIGIREX RH99M de MERLIN GERIN. Sensibilidad de 0,1A a 30A temporizada de 0 a 4,5s, con contacto de salida, umbrales y temporizaciones predefinidas, rearme tras desaparición del defecto y accesorios de fijación en formato DIN. Incluido instalación y conexionado.	Ud.	2	224,70	449,40
3.2.2.	Toroidal rectangular de 280x115mm de MERLIN GERIN, de 1600A de corriente asignada y relación de transformación 1/1000. Para montaje en embarrado asociado a relé VIGIREX. Incluido accesorios de fijación, instalación y conexionado.	Ud.	1	1.344,75	1.344,75
	Toroidal cerrado MA120 de 120mm de diámetro interior de MERLIN GERIN, de 250A de corriente asignada y relación de transformación 1/1000. Para montaje en carril DIN asociado a relé VIGIREX. Incluido accesorios de fijación, instalación y conexionado.	Ud.	1	274,93	274,93
	Interruptor diferencial puro tipo A de elevada inmunización, insensibles a las corrientes de impulso de hasta 3kA. Retardo al disparo y formato DIN. Incluido accesorios de fijación, instalación y conexionado, de GEWISS.				
3.2.3.	ID GW94672.4P, I _n =25A,30mA,0.3s	Ud.	6	58,80	352,80
3.2.4.	ID GW94673.4P,I _n =25A,300mA,0.3s	Ud.	3	55,10	165,30
3.2.5.	ID GW94712.4P, I _n =63A,30mA,0.3s	Ud.	1	107,00	107,00
3.2.6.	ID GW94723.4P,I _n =63A,300mA,0.3s	Ud.	6	140,00	840,00
3.2.7.	IDGW94733.4P,I _n =100A,300mA,0.3	Ud.	1	145,00	145,00
3.2.8.	ID GW94683.4P,I _n =40A,300mA,0.3s	Ud.	2	62,00	124,00
3.2.9.	IDGW95458.4P,I _n =125A,300mA,0.3	Ud.	6	165,00	990,00



Nº de Orden	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario (€)	Total (€)
3.3.	INTERRUPTORES SECCIONADORES				
	Interruptor seccionador con corte plenamente aparente. Ningún decalaje hasta 60° C de temperatura ambiente con mando rotativo frontal o lateral modelo Interpact INS de MERLÍN GERIN				
3.3.1	Interpact INS100 28909 4P. I=100A	Ud.	3	85,98	257,94
3.3.1	Interpact INS160 28913 4P. I=160A	Ud.	2	110,86	221,72
3.3.1	Interpact INS80 28905 4P. I=80A	Ud.	2	79,30	158,60
3.3.1	Interpact INS125 28911 4P. I=125A	Ud.	1	94,16	94,16
3.3.1	Interpact INS200 31103 4P. I=200A	Ud.	1	152,81	152,81
	SUBTOTAL				23596,52



4. CAPÍTULO IV: COMPENSACIÓN DE LA ENERGÍA REACTIVA

Nº de orden	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario (€)	Total (€)
4.1.	COMPENSACIÓN GLOBAL				
4.1.1.	Batería automática de condensadores RECTIMAT 2 CLASE H 400V de MERLÍN GERIN de 245kVAr, escalonados en un bloque de 35kVAr y 3 bloques de 70kVAr. Incorpora interruptor de carga. En armario IP31 de 2000x800x500mm para fijación sobre zócalo de 250mm. Con protección interna, contactores con resistencias de preinserción, fusibles ARP, autotransformador 400/230V integrado y regulador de energía reactiva. Incluido zócalo, accesorios de fijación, colocación, conexionado y programación.	Ud.	1	8.337,00	8.337,00
4.2.	COMPENSACIÓN DEL TRANSFORMADOR				
4.2.1.	Módulo de condensadores VARPLUS M4 de 50kVAr y 400V de MERLÍN GERIN. Dimensiones 210x218x350mm. Protección con membrana de sobrepresión y fusible interno. Con cubrebornes tripolar VM4 IP42. Incluido accesorios de fijación, colocación y conexionado.	Ud.	1	595,00	595,00
	SUBTOTAL				8932,00



5. CAPÍTULO V: PUESTA A TIERRA

Nº de orden	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario (€)	Total (€)
5.1.	PUESTA A TIERRA				
5.1.1.	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.	Ud.	6	17,65	105,90
5.1.2.	Punto de puesta a tierra de cobre recubierto de cadmio, de KLK, de pletina de 330x25x4mm. Con accesorios de fijación en arqueta de registro. Incluido colocación y conexionado.	Ud.	3	13,45	40,35
5.1.3.	Caja de registro y conexión para punto de puesta a tierra de KLK, de poliéster de dimensiones 430x350x200mm para colocación en arqueta. Incluido accesorios de fijación, precinto, colocación y fijación.	Ud.	3	87,50	262,50
5.1.4.	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.	m.	352	25,83	9092,16
	SUBTOTAL				9500,91



6. CAPÍTULO VI: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Nº de orden	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario (€)	Total (€)
6.1.	OBRA CIVIL				
6.1.1.	Excavación en el terreno de foso de dimensiones 5,5x3,5x0,7m y disposición de lecho de arena lavada y nivelada de 15cm de espesor. Incluido retirada y escombrado del volumen total de tierra.	m ³ .	14	7,7	107,80
6.1.2.	Excavación y construcción de arqueta de 740x650x420mm. Incluido hormigonado de solera, enfoscado de mortero, construcción de muro de ladrillo macizo y material de construcción.	Ud.	2	67	134,00
6.1.3.	Edificio prefabricado de hormigón compacto modelo EHC-4 T1D de MERLIN GERIN. Dimensiones 4830x2500x3300mm. Grado de protección exterior IP239 y en zona de rejillas de ventilación IP339. Con cuba de recogida de aceite de 760l, rejillas de ventilación, puerta frontal de peatón, puerta de acceso al transformador y malla de protección de la zona del transformador. Incluido traslado y colocación.	Ud.	1	7.194,00	7.194,00
6.2.	APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN				
6.2.1.	Celda de interruptor con salida lateral superior derecha por barras GCSD de MERLIN GERIN, tensión asignada 24kV. Medidas 1600x750x840mm. Con interruptor seccionador y seccionador de puesta a tierra en SF6 de 400A, juego de barras tripolar de entrada y de salida, mando CIT manual, dispositivo con bloque de 3 lámparas de presencia de tensión, enclavamientos por cerradura y zócalo metálico de 350mm. Incluido accesorios de fijación y conexión, colocación y conexionado.	Ud.	1	2.098,00	2.098,00



Nº de Orden	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario (€)	Total (€)
6.2.2.	Celda con interruptor automático de protección general con salida inferior derecha por barras DM1-D de MERLIN GERIN, tensión asignada 24kV. Medidas 1600x750x840mm. Con interruptor automático Fluarc SFset de 25kA de poder de corte, seccionador de puesta a tierra en SF6 de 400A, mando interruptor automático RI manual, mando seccionador CS1 manual dependiente, seccionador de puesta a tierra inferior, dispositivo con bloque de 3 lámparas de presencia de tensión, enclavamientos por cerradura y zócalo metálico de 350mm. Incluido accesorios de fijación y conexión, colocación y conexionado.	Ud.	1	4.196,00	4.196,00
6.2.3.	Celda de medida de tensión e intensidad con entrada inferior lateral por barras y salida inferior por cable GBC-C de MERLIN GERIN, tensión asignada 24kV. Medidas 1600x750x840mm. Con 3 transformadores de intensidad 50/5A, 15 VA Clase 0,5, 3 transformadores de tensión tripolares 13200-22000/110 V, 50 VA Clase 0,5, juego de barras tripolar para entrada lateral inferior, Bornes para conexión de cable seco unipolar de sección igual o inferior a 150 mm ² y zócalo metálico de 350mm. Incluido accesorios de fijación y conexión, colocación y conexionado.	Ud.	1	3.297,00	3.297,00



Nº de Orden	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario (€)	Total (€)
6.3.	TRANSFORMADOR				
6.3.1.	Transformador trifásico reductor de tensión en baño de aceite de 800kVA de potencia y 24kV de aislamiento, con neutro accesible en el secundario, de MERLIN GERIN. Dimensiones 1776mm largo, 1106mm ancho y 1564mm de alto. Tensión primaria asignada 13200/20000V, tensión secundaria 400V, regulación sin tensión hasta +10%, pérdidas en vacío 1550W, tensión de cortocircuito 6%, rendimiento del 99% al 75% de carga y grupo de conexión Dyn11. Incluido traslado, colocación fijación y conexionado.	Ud.	1	6.154,00	6154,00
6.3.2.	Relé de seguridad de circuito óhmico de corriente alterna y 220V, con poder de conmutación de los contactos de nivel de aceite y detección de gas de 2A, de los contactos de presostato de 6A y de contactos de termostatos de 16A. Integra funciones de detección de emisión de gases, detección de descenso accidental del nivel de aceite, detección de aumento excesivo de la presión en la cuba, lectura de la temperatura del líquido dieléctrico y visualización del líquido por medio de flotador. Dispone de tapón para llenado y tapón para toma de muestras. Incluido colocación y conexionado.	Ud.	1	1.451,00	1.451,00
6.3.3.	Pasatapas de alta tensión de tipo abierto de porcelana con el exterior vidriado en color marrón PAT 24e/250 de MERLIN GERIN. Incluido fijación y conexionado.	Ud.	4	236,00	708,00



Nº de Orden	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario (€)	Total (€)
6.3.4.	Pasatapas de baja tensión de tipo abierto de porcelana con el exterior vidriado en color marrón PAT 1e/2000 de MERLIN GERIN. Intensidad asignada de 2000A. Incluido fijación y conexionado.	Ud.	4	187,00	748,00
6.3.5.	Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20kV, de 240mm ² de aluminio y longitud 6m. Incluido terminales de conexión, fijación y conexionado.	Ud.	1	809,00	809,00
6.3.6.	Juego de 4 barras flexibles aisladas de cobre rojo FLEXIBAR de ERICO. Formado por 10 láminas de 100mm de ancho y 1mm de espesor, de 3m d longitud. Dimensionado para una intensidad admisible de 1600A. Incluido terminales de conexión, fijación y conexionado.	Ud.	1	472,10	472,10
6.4.	APARAMENTA DE BAJA TENSIÓN Y CUADRO DE CONTADORES				
6.4.1.	Armario de acero para distribución MULTI-FLEX MCSL de ELDON, de 1690x580x290mm. Con panel modular para instrumentación, puerta parcial, puerta para zona de cables, barra para fijación de cables, tapa superior para salida de cables, sistema modular para compartimentos, perfiles DIN, sistema de ventilación y luminaria. Sistema de embarrado compuesto por soporte horizontal tetrapolar con 4 barras, por fase, de cobre de 40x10mm de sección; tuercas de presión, tornillos, grapas de presión y enclavamiento. Incluido ensamblaje, colocación, fijación, conexionado y retirada de material sobrante.	Ud.	1	1.133,43	1.133,43



Nº de Orden	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario (€)	Total (€)
6.4.2.	Armario de doble aislamiento con cuerpo de chapa de acero, y placa en chapa de acero galvanizado de 2,5mm. De dimensiones 1600x470x500mm. Con accesorios de montaje, perfiles DIN, tapas para salida de cables con juntas y accesorios y punto de toma de tierra. Incluido montaje, instalación y fijación.	Ud.	1	452,88	452,88
6.4.3.	Equipo de medida formado por regleta de verificación normalizada por la Compañía Suministradora, contador de energía activa de doble tarifa CL 1, contador de energía reactiva de simple tarifa CL 3 y reloj de conmutación de tarifas. Incluido colocación y conexionado.	Ud.	1	810,00	810,00
6.5.	PUESTA A TIERRA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN				
6.5.1.	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.	Ud.	8	17,65	141,20
6.5.2.	Punto de puesta a tierra con seccionamiento de cobre recubierto de cadmio en caja de poliéster, de KLK, de pletina de 330x25x4mm. Con accesorios de fijación en arqueta de registro. Incluido colocación y conexionado.	Ud.	2	14,60	29,20
6.5.3.	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.	m.	54	25,83	1.394,82
	SUBTOTAL				31330,43



7. CAPÍTULO VII: PEQUEÑO MATERIAL

Nº de orden	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario (€)	Total (€)
7.1.	TOMAS DE CORRIENTE				
7.1.1.	Base de empotrar IP67 con salida inclinada, trifásica (3P+N+T), de 32A y 380-415V. Con bridas de 90x100mm, tapa de seguridad y elementos de fijación. Incluido acondicionamiento de elementos de construcción, fijación e instalación.	Ud.	10	10,76	107,6
7.1.2.	Base de empotrar IP44, monofásica (2P+T), de 16A y 250V. Con bornes de apriete posterior, placa frontal embellecedora y elementos de fijación. Incluido acondicionamiento de elementos de la construcción, colocación fijación e instalación.	Ud.	75	3,85	288,75
7.2.	CAJAS DE DERIVACIÓN, INTERRUPTORES Y CONMUTADORES				
7.2.1.	Caja estanca de empalme y derivación IP54, redonda con conos para entrada y salida de cables. Dimensiones 77mm de diámetro y 40mm de profundidad. Fabricada en PVC. Incluido colocación, fijación y conexionado.	Ud.	70	1,02	71,40
7.2.2.	Interruptor bipolar con piloto de localización, de 16A, con garras para fijación en el interior de la pared. Con embellecedor de color blanco. Incluido colocación, fijación y conexionado.	Ud.	50	6,65	332,5
	SUBTOTAL				800,25



8. CAPÍTULO VII: OBRA CIVIL

Nº de orden	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario (€)	Total (€)
8.1.	ZANJAS Y ARQUETAS				
8.1.1.	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.	m ³ .	350	7,7	2695,00
8.1.2.	Excavación y construcción de arqueta de 740x650x420mm. Incluido hormigonado de solera, enfoscado de mortero, construcción de muro de ladrillo macizo y material de construcción.	Ud.	3	67	201,00
8.1.3.	Excavación y construcción de arqueta de 1300x840x1100mm. Incluido hormigonado de solera, enfoscado de mortero, construcción de muro de ladrillo macizo y material de construcción.	Ud.	1	104	104,00
	SUBTOTAL				3000,00



9. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

Nº de orden	Concepto	Total (€)
1.	CAPÍTULO I: ALUMBRADO	39.107,42
2.	CAPITULO II: DISTRIBUCIÓN	117.434,52
3.	CAPITULO III: PROTECCIONES EN BAJA TENSIÓN	23.596,52
4.	CAPÍTULO IV: COMPENSACIÓN DE LA ENERGÍA REACTIVA	8.932,00
5.	CAPÍTULO V: PUESTA A TIERRA	9.500,91
6.	CAPÍTULO VI: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	31.330,43
7.	CAPÍTULO VII: PEQUEÑO MATERIAL	800,25
8.	CAPÍTULO VIII: OBRA CIVIL	3.000,00
	TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	233.702,05
	GASTOS GENERALES (6% P.E.M.)	14.022,12
	BENEFICIO INDUSTRIAL (15% P.E.M.)	35.055,31
	TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	282.779,48
	I.V.A. (16%)	45.244,72
	HONORARIOS REDACCIÓN DE PROYECTO Y DIRECCIÓN DE OBRA (8% P.E.M.)	18.696,16
	I.V.A. (16%)	2.991,39
	TOTAL	349.711,75
	El presupuesto total es de TRESCIENTOS CUARENTA Y NUEVE MIL SETECIENTOS ONCE EUROS CON SETENTA Y CINCO CENTIMOS DE EURO.	



**El Ingeniero Técnico Industrial Eléctrico
Eduardo Jaime García**

Pamplona, 30 de noviembre de 2006