

PROYECTO DE URBANIZACIÓN PARA EL ACCESO A LA
URBANIZACIÓN UE5 DEL AR1, DESDE LA CALLE PASCUAL OÑATE
CORELLA, NAVARRA

Javier Ignacio Cueva López · Arquitecto

icuevalopez@coavn.org

DOCUMENTO 1. MEMORIA DESCRIPTIVA

1. OBJETO, PROMOTOR Y EMPLAZAMIENTO
2. DESCRIPCIÓN DEL AMBITO DE LA INTERVENCIÓN: ESTADO ACTUAL
3. DESCRIPCIÓN DE LA URBANIZACIÓN
4. CONDICIONANTES GEOTÉCNICOS
5. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA PORMENORIZADA POR CAPITULOS DE OBRA
 - 5.1. DEMOLICIONES
 - 5.2. MOVIMIENTOS DE TIERRAS
 - 5.3. DRENAJE Y RED GENERAL DE SANEAMIENTO
 - 5.4. RED DE RIEGO
 - 5.5. PAVIMENTACIÓN
 - 5.6. JARDINERIA
 - 5.7. INSTALACIÓN DE ALUMBRADO Y RED ASOCIADA EN BT
 - 5.8. SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL
 - 5.9. MOBILIARIO URBANO
6. CONTROL DE OBRA Y MATERIALES

DOCUMENTO 2. ANEJOS A LA MEMORIA

- ANEJO A. REPORTAJE FOTOGRÁFICO ESTADO ACTUAL.
- ANEJO B. CÁLCULO MURO DE CONTENCIÓN.
- ANEJO C. CÁLCULO DE CALZADAS Y ACERAS.
- ANEJO D. CÁLCULO DE LÍNEA ELÉCTRICA.
- ANEJO E. RELACIÓN DE PARCELAS AFECTADAS.
- ANEJO F. INFORME TÉCNICO MANCOMUNIDAD DE AGUAS DEL MONCAYO.

DOCUMENTO 3. PLANOS

DOCUMENTO 4. MEDICIONES Y PRESUPUESTO

DOCUMENTO 5. PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO 6. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN

DOCUMENTO 7. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO 1: MEMORIA DESCRIPTIVA

1. OBJETO, PROMOTOR Y EMPLAZAMIENTO

El presente proyecto tiene por objeto la urbanización de la prolongación de la Calle Pascual Oñate hasta la Urbanización UE5 del AR1, y se redacta por encargo del Ayuntamiento de Corella como respuesta a la demanda vecinal.

La unidad UE5 se encuentra situada al este del municipio de Corella, tiene una superficie de 40.751 m², y su urbanización concluyó en la segunda mitad del 2007. A mediados del 2008 el barrio contaba con tres manzanas de bloques de vivienda plurifamiliar y media de unifamiliar adosadas.

El barrio cuenta con un acceso peatonal desde la calle Milagrosa y el paseo de las Ramblas desde el Sur, pero carece de uno desde el Norte. Para acceder por el camino de Araciel andando es necesario recorrer la carretera de Alfaro, la cual carece de arcén, desde la Calle Pascual Pérez Oñate.

El objeto de la actuación es crear un acceso peatonal adecuado desde la citada Calle Pascual Pérez Oñate lo que dotará al barrio de un acceso más directo.

2. DESCRIPCION DEL AMBITO DE LA INTERVENCION: ESTADO ACTUAL

El ámbito de la urbanización tiene una superficie de 1562 metros cuadrados, forma irregular alargada y topografía con pendiente acusada.

El ámbito comprendido entre los cierres de las parcelas descritas y la calzada de la carretera corresponde en su mayor parte a la cuneta de la misma que tiene como única dotación una instalación de alumbrado.

La instalación es antigua y se desconoce el estado de conservación de la canalización enterrada, e incluso si es posible el tendido de nuevos circuitos por las mismas. Son 6 el número de puntos de luz existentes en el tramo afectado. En el caso del alumbrado público de la calle Valle de Erro, este se alimenta desde un cuadro de mando situado en la UE5.

Existen una serie de edificaciones en el ámbito de actuación. Desde la Calle Pascual Pérez Oñate, nos encontramos con:

- Vivienda situada en el número 74 de la calle Pascual Pérez Oñate, o antigua “Casa de Arbitrios” la cual tiene acceso a garaje a nivel de calle y a la vivienda mediante escalón.
- Paso soterrado de una acequia de riego, que cruza el final de la Calle Pascual Oñate y el comienzo de la carretera de Alfaro. La acequia sale a la luz una vez atravesada la misma y será necesario restringir el acceso con un muro.
- Acceso a la parcela 4.243 a nivel de calle, la actuación se desarrolla adosada al muro de cierre de la parcela.
- Acceso a la parcela 4.242 a la cual se accede mediante rampa, la actuación se desarrolla adosada a la edificación existen.
- Acceso a la parcela 4.241 a nivel de calle, la actuación se desarrolla adosada al muro de cierre de la parcela.

3. DESCRIPCION DE LA URBANIZACION

La urbanización va a incluir el trazado de las aceras hormigón, la renovación de la instalación de alumbrado público, el trazado de las redes de abastecimiento de agua de riego y la red de alumbrado público, así como la jardinería.

La acera se separa tanto de la calzada a través de una franja ajardinada, como de las parcelas colindantes con otra franja terraplenada. Esta última salva los desniveles existentes entre la carretera y las parcelas existentes.

Para la alimentación del alumbrado público se utilizará el nuevo cuadro de mando existente en la calle Valle Ulzama. Esta instalación se desarrolla en el Anexo 2 de la presente memoria.

Para la definición de las características de la urbanización se han tenido en cuenta la normativa del Ayuntamiento de Corella, la normativa de la Mancomunidad de Aguas de Moncayo, así como las específicas de las compañías suministradoras de los diversos servicios.

4. CONDICIONANTES GEOTECNICOS

Por expreso deseo del promotor de esta urbanización, no se ha realizado un estudio geotécnico previo, por lo que este proyecto considera como hipótesis la explicada a continuación.

Dicha hipótesis se basa en la inspección del lugar de actuación y teniendo en cuenta las características de terrenos cercanos. En concreto Corella se asienta en la mayor parte de su extensión sobre un estrato de conglomerado o rudita. En los límites de la misma, que coincide con los caminos que desciende desde Corella hacia el Sur, Este y Norte, aparece bajo la rudita un sustrato de arcillas limosas y arcillas terciarias.

La actuación se desarrolla en uno de estos límites donde se alternan zonas de conglomerado con sustratos de arcilla. Por ello se ha considerado el dato más desfavorable que es la contención de tierra de arcillas limosas.

Resumiendo, se han adoptado los siguientes valores de cálculo:

$$\Phi = 22^\circ$$

$$\gamma = 1,7 \text{ gr/cm}^3 = 17 \text{ kN/m}^3$$

$$c_u = 0,45 \text{ kg/cm}^2 \text{ (estrato de arcilla limosa sobre terreno granular)}$$

Se prevé, en caso de ser necesarios, la realización de un estudio geotécnico en obra, previniéndose las correspondientes partidas de suelo seleccionado y ahorras naturales para el caso de que sea preciso mejorar la explanada resultante. De la misma manera se prevé una partida de muro de contención de hormigón armado para los casos en los que el terraplenado sea insuficiente para la contención de tierras.

5. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA PORMENORIZADA POR CAPITULOS DE OBRA.

5.1. DEMOLICIONES.

Se demolerá la calzada existente en los tramos pavimentados incluidos en el ámbito de la intervención, así como las aceras y soleras, y otros pavimentos existentes.

Se demolerán y se inutilizarán respectivamente las obras civiles e instalaciones existentes afectadas por el nuevo trazado de viales, como las farolas y otras que puedan existir tras comprobar que no albergan instalaciones o servicios urbanísticos en uso, y siempre con el conocimiento de la dirección facultativa.

Siempre se advertirá a la dirección facultativa de la obra para que esta disponga los apuntalamientos, refuerzos o consolidaciones que fueran precisos, examine el posible riesgo para edificaciones colindantes o la seguridad de personas ajenas a la obra, delimite exactamente el alcance de la demolición e indique cual deba ser el orden de ejecución de los trabajos de demolición.

5.2. MOVIMIENTOS DE TIERRAS.

Por expresa voluntad de los promotores del proyecto, no se ha realizado estudio geotécnico previo. Por consiguiente, se elabora el presente proyecto a partir de las referencias que se tienen sobre las características del suelo en el ámbito de la UE 5, donde se alternan zonas de conglomerado con otras compuestas por sustratos de arcilla, fundamentalmente.

Se ha considerado suficiente la solución del pavimento mediante losa de hormigón armado de 20 cm sobre una capa de zahorra artificial de 20 cm, tanto en aceras como en vados de entrada a las parcelas. Se prevé, sin embargo, la realización de un estudio geotécnico para, en el caso de que las características del suelo no sean las previstas se adopte una solución más adecuada que la prevista. Por esto se prevén partidas de suelo seleccionado y zahorra artificial, para el caso de que hubiera de mejorarse la explanada.

5.3. DRENAJE Y RED GENERAL DE SANEAMIENTO.

Se ejecutará exclusivamente la ampliación de la Red de Pluviales existente en el entorno. No se prevé la ampliación de la Red General de Saneamiento, si bien existen servicios existentes que se ven afectados por la obra. La única afección que va a tener es la sobrelevación de las arquetas existentes puesto que la red de tuberías de fecales enterradas no se van a modificar.

El colector de pluviales se dispondrá bajo la acera según el trazado indicado en los planos y las instrucciones de la dirección facultativa. El agua superficial se recogerá mediante sumideros colocados en la rigola situado en el encuentro entre el vial y la acera, sumideros que verterán a los conductos correspondientes de la red de pluviales. Las aceras tendrán una pendiente mínima transversal de un 2% hacia la carretera para facilitar la conducción del agua de escorrentía hacia la rigola.

Los pozos de registro serán prefabricados, según las secciones y detalles que se adjuntan, contruidos con hormigón HA-35 con cemento SRMR y árido calizo, que corresponden con los descritos por la Mancomunidad de Aguas de Moncayo en su normativa.

Los colectores serán de PVC – Pared compacta. – Unión enchufe–campana – Color teja o gris. – Rigidez anular nominal: SN4– Norma UNE 53962 (saneamiento enterrado con presión)– Presión nominal PN6– Junta bilabiada estanca a 6 atmosferas. Norma EN 681–1 marcada en la junta. – Certificado de calidad de AENOR. Colocado según detalle, y con los diámetros que se indican en el plano correspondiente, de D–315, con D–200 para las acometidas de sumideros y de saneamiento doméstico.

Se prohíbe expresamente la utilización de tubo de pared estructurada, tipo emparejado de PVC reciclado entre dos capas exteriores de PVC color teja.

5.4. RED DE RIEGO.

DESCRIPCIÓN DE LA RED

La red de riego se dimensiona para proporcionar el agua necesaria a las zonas ajardinadas y toma servicio de la red de agua potable. Toda la red se proyecta automática (a excepción de las líneas de bocas de riego). La red de riego se compone de una red de bocas de riego, separadas entre sí menos de 40 m, con tuberías de Polietileno de Baja Densidad (PE – BD) de diámetro 63 mm.

Se conectará a la red de abastecimiento existente desde la calle Pascual Pérez Oñate mediante una arqueta de derivación a partir de la que comenzará la nueva red.

No se prevé ampliar la red de abastecimiento existente.

CONDUCCIONES

Las tuberías serán de material plástico, resistentes a los abonos y sustancias ácidas. Para todos los ramales se utilizarán tuberías de Polietileno de Baja Densidad, resisten presiones elevadas y son resistentes a la radiación UV. Las tuberías estarán sujetas a las especificaciones de las Normas UNE y los accesorios también.

Para la red de bocas de riego se utilizará tubería de PE – BD de diámetro 63 mm. Todas las tuberías de la red de riego tendrán, como mínimo, PN6.

BOCAS DE RIEGO

Serán de enlace rápido de 1", metálicas y con cierre en la tapa, con una separación máxima entre bocas de 40 m.

ARQUETAS

Para tramos superiores a 25 metros o cambios de dirección, se instalarán arquetas de registro. Además, se colocarán en los siguientes elementos arquetas de 30 x 30 cm provistas de tapa de fundición:

- Derivaciones de la tubería principal.
- Bocas de riego.

DISEÑO DE LA RED DE RIEGO

NECESIDADES DE RIEGO

Para este cálculo se ha utilizado el método de BLANEY-CRIDDLE, utilizando un valor de k de 0,65. Por las características de escasa escorrentía en la zona de actuación, y por la capacidad de retención de agua en el suelo se escoge la hipótesis (W=0, CR=100).

Los peores meses en cuanto a déficit hídrico, son los meses de junio, julio y agosto, siendo estos los que se emplearán como base para los cálculos de las necesidades de agua para la vegetación. De esta manera el aporte de agua de riego deberá asegurar que se compense este déficit en los meses indicados, pues son los críticos para el desarrollo de la vegetación.

CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO

Se deberá asegurar que la procedencia del agua para riego esté ausente de sustancias tóxicas y que la concentración de sales y carbonatos no son superiores a las tolerables por las especies que se van a introducir.

CÁLCULO RED BOCAS DE RIEGO

Criterios de partida para la obtención del diámetro de tubería a utilizar:

- Para el cálculo del caudal de agua de riego se ha estimado la necesidad de 1,4 l/m²/día.
- Se calcula el diámetro tomando como punto más desfavorable la última boca de riego de enlace rápido de 1" tomando como inicio la acometida al sector desde la red general.
- Se usarán tuberías de PE – BD de diámetro 63 mm y de presión nominal 6 atm.
- Se contempla una pérdida máxima de presión entre la primera y la última boca de riego del 20 %.
- Se estima que se utilizarán únicamente dos bocas de riego simultáneamente, con un caudal máximo a aportar por cada boca de riego de 3,6 m³/h.

El trazado de la red de riego y la ubicación de los diferentes elementos que la componen está grafiado en el plano correspondiente del presente Proyecto de Urbanización.

5.5. PAVIMENTACION.

ACERAS

Las aceras se pavimentarán con solera de hormigón armado acabado lavado. La solera de hormigón HA-25/#20/20/Ø6 tendrá 20 cm de espesor, y estará asentada sobre una base granular de 20 cm de zahorra artificial.

Se ejecutarán atendiendo a las condiciones prescritas en el pliego de condiciones técnicas, la geometría descrita en los planos incluidos en el presente proyecto y la ordenes prescritas por la dirección facultativa a pie de obra.

5.6. JARDINERIA.

Se prevé la plantación varias especies de árboles en la franja ajardinada que separa la acera con la calzada y en la terraplenada que separa la misma con las parcelas según se indica en los planos.

En concreto se ha elegido las siguientes especies de árboles:

Gingko (<i>Gingko biloba</i>)	6 unidades
Liquidambar (<i>Liquidambar styracifera</i>)	15 unidades
Nogal (<i>Juglans regia</i>)	3 unidades

La franja ajardinada se sembrará con una mezcla de césped de poca exigencia en cuanto a riego y resistencia a la helada.

5.7. INSTALACION DE ALUMBRADO Y RED ASOCIADA EN B. T.

Adjunto al presente proyecto se entrega al Ayuntamiento de Corella un ESTUDIO PREVIO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO redactado por el Ingeniero Industrial Ignacio Martínez Elizondo.

La localización de las farolas y de la línea de baja tensión se describe gráficamente en los planos incluidos en el presente proyecto.

5.8. SENALIZACION VERTICAL Y HORIZONTAL.

Se prevé la colocación de señales verticales de Paso de Peatones en los pasos de peatones existentes, así como colocación de señales verticales de limitación de velocidad a 50 km/h en el comienzo de la ampliación en la calle Pascual Pérez Oñate y en la confluencia de esta con la calle Valle de Erro.

Se prevé así mismo el repintado de los pasos de peatones existentes.

5.9. MOBILIARIO URBANO

Se prevé la colocación de papeleras modelo Rambla de pie de acero inoxidable arenado con cuba de acero galvanizado en caliente y pintado negro forja, estructura de acero inoxidable acabado arenado, base de pletina del mismo material con dos pernos de ciegos de acero, soldados a cada pata, para fijar mediante mortero de epoxi a base de hormigón o solera bajo el pavimento.

6. CONTROL DE OBRA Y MATERIALES

El Plan de Control de la obra será el siguiente:

EXPLANADA MEJORADA (SUELO SELECCIONADO)

Aptitud de material:

- Lotes cada 7.500 m³
- 2 granulometría
- 2 límites de Atterberg
- 2 Proctor Normal
- 2 materia Orgánica
- 2 contenido en sulfatos
- 1 C.B.R.

Control de puesta en obra:

- Densidades in situ

BASE GRANULAR (ZAHORRA ARTIFICIAL)

Aptitud del material:

- Lotes cada 5.000 m³
- 1 granulometría
- 1 límites de Atterberg
- 1 Proctor Normal
- 1 materia Orgánica
- 1 contenido en sulfatos
- 1 C.B.R.
- 1 equivalente de arena
- 1 desgaste de Los Ángeles
- 1 caras de fractura

Control de puesta en obra:

- 1 Proctor Modificado

Densidades in situ

TIERRA VEGETAL

Aptitud del material:

Lotes cada 500 m3

1 determinación de la calidad de la tierra vegetal incluyendo HP, conductividad, sulfatos, carbonatos, materia orgánica, nitratos, Granulometría, contenido en limos y arcillas, etc...

GRAVILLIN

Aptitud del material:

Lotes cada 1.000 m3

1 granulometría

ZAHORRA NATURAL EN RELLENOS DE ZANJAS

Aptitud del material:

Lotes cada 7.500 m3

1 granulometría

1 límites de Atterberg

1 Proctor Normal

1 materia Orgánica

1 contenido en sulfatos

1 C.B.R.

Control de puesta en obra:

Densidades in situ

RED DE SANEAMIENTO y RED DE PLUVIALES

1 comprobación del funcionamiento, cámara de televisión, que se pasaran para comprobar la correcta ejecución y, caso de detectar problemas, se pasará nuevamente una vez hechas las correspondientes reparaciones o subsanaciones, pruebas de estanqueidad,

etc... Se presentará informe del laboratorio responsable de la ejecución acompañado de

los correspondientes videos.

HORMIGONES

Ensayos previos:

Se realizarán los ensayos previstos en los artículos 6, AGUA, y 7, ARIDOS, de la Instrucción EHE. Se exigirá el sello de conformidad del cemento y se pedirán los ensayos

mensuales de este.

Se exigirá expresamente a la planta la presentación de los resultados de los ensayos de

áridos y agua específicos para la obra y los de los ensayos mensuales del cemento.

Aptitud del material:

Medición HM-20, 1 lote cada 100 m3

De acuerdo con la EHE, se comprobarán dos amasadas por lote, cuatro probetas por amasada.

Tomas de hormigón fresco, incluyendo medida del asiento en el cono de Abrams, fabricación de cinco probetas cilíndricas de 15x30 cm., curado, refrentado y rotura según

UNE 83-301, 303 y 304

ACEROS

Aptitud del material:

Control del acero nivel "Normal" según EHE. Se exigirá sello CIETSID, y se exigirá la presentación de los ensayos a cada fabricante que suministre hierro.

1 doblado y desdoblado

1 características geométricas

1 ensayo a tracción

BORDILLO DE HORMIGON

Lotes cada 1.000 ml.

Características geométricas y ensayo a compresión y flexión.

RIGOLA

Lotes de 1.000 ml.

Características geométricas y ensayo a compresión y flexión

PAVIMENTO: LOSA en PAVIMENTOS DE ACERAS.

Lotes de 2.000 m2

Características geométricas, ensayo de resistencia a desgaste, absorción, impacto y flexión.

El número de ensayos y de lotes, se ajustará a la medición real de la obra.

Los ensayos aquí enumerados tienen el carácter de mínimos, debiendo justificar el contratista la ejecución de todos ellos de acuerdo con las mediciones finales de obra.

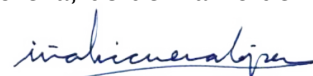
7. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Se adjunta el preceptivo ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD, debiendo el contratista adjudicatario de las obras elaborar y presentar a la consideración de la Dirección de Obra el así mismo preceptivo PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD, a partir del contenido del adjunto Estudio de Seguridad y Salud.

8. CIRCULACION ALTERNATIVA

El trazado de la nueva acera es con toda propiedad una ampliación, es decir, la prolongación de aceras por donde antes no existían, que únicamente afecta a la circulación de aquellos tramos actualmente urbanizados de su ámbito, tramos para los que se establecerá un trazado alternativo que posibilite la circulación ahora establecida simultáneamente con la realización de las obras.

Corella, 08 de marzo de 2018



El arquitecto, Javier Ignacio Cueva López

DOCUMENTO 2: ANEJOS A LA MEMORIA

ANEJO A: REPORTAJE FOTOGRÁFICO ESTADO ACTUAL

R









ANEJO B: CÁLCULO MURO DE CONTENCIÓN

DIMENSIONAMIENTO MURO DE CONTENCIÓN DE HORMIGÓN ARMADO

Datos necesarios

- Axil característico en coronación: N_k
- Peso del muro: $P_m = V_{\text{muro}} * \delta_{\text{hormigón}}$
- Peso de la zapata: $P_z = V_{\text{zapata}} * \delta_{\text{hormigón}}$
- Sobrecarga del exterior: $q_k = 10 \text{ kN/m}^2$
- Dimensiones del muro
- Tensión admisible del terreno: σ_{adm}
- Peso específico del terreno: $\gamma \text{ (kN/m}^3\text{)}$
- Ángulo de rozamiento del terreno: $\phi \text{ (}^\circ\text{)}$

El cálculo se realiza por metro lineal de muro.

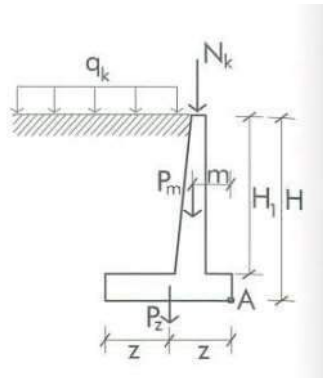
Estudio de caso El muro se desarrolla en varios tramos salvando varios tipos de desniveles, desde 0,5 metros hasta 2 metros de altura.

Es por ello qué tomando la situación más desfavorable que es la del muro de 2 metros, calcularemos tanto las dimensiones como los armados del muro.

Tipología

El presente elemento de contención de tierras se define por el CTE en el DB-SE-C como, **muro en L o en ménsula**, base del muro está constituida por una losa o zapata sobre la que se levanta el alzado, que suele de espesor reducido, absorbiéndose las flexiones de la ménsula mediante armadura sencilla o doble.

Dimensiones del muro Se han considerado las dimensiones de muro que se observan en el diagrama adjunto:



En nuestro caso:

$$H_1 = 2 \text{ m}$$

$$H = 2,5 \text{ m}$$

$$q_k = 10 \text{ kN/m}^2$$

$$N_k = 0 \text{ kN/m}^2$$

$$z = 0,75 \text{ m}$$

$$m = 0,5 \text{ m}$$

$$V_{\text{muro}} = 2\text{m} \cdot 0,2\text{m} = 0,4 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{zapata}} = 1\text{m} \cdot 0,4\text{m} = 0,4 \text{ m}^3$$

Datos del terreno

No se ha realizado geotécnico, pero en una inspección al lugar de actuación y teniendo en cuenta las características de terrenos cercanos.

En concreto Corella se asienta en la mayor parte de su extensión sobre un estrato de conglomerado o rudita. En los límites de la misma, que coincide con los caminos que desciende desde Corella hacia el Sur, Este y Norte, aparece bajo la rudita un sustrato de arcillas limosas y arcillas terciarias.

Por ello se ha considerado el dato más desfavorable que es la contención de tierra de arcillas limosas.

Es por ello qué se han adoptado los siguientes valores de cálculo:

$$\phi = 22^\circ$$

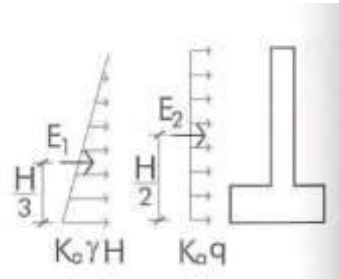
$$\gamma = 1,7 \text{ gr/cm}^3 = 17 \text{ kN/m}^3$$

$$c_u = 0,45 \text{ kg/cm}^2 \text{ (estrato de arcilla limosa sobre terreno granular)}$$

Empuje del terreno

En este caso, el empuje horizontal del terreno corresponde al “empuje activo”, el empuje pasivo que sucede en el frente de la zapata no se considera.

Para ello se consideran los empujes que se observan en el diagrama:



Donde el coeficiente de empuje activo, según Rankine:

$$K_a = (1 - \sin \Phi) / (1 + \sin \Phi)$$

$$K_a = 0.625 / 1.375 = 0.45$$

De esta forma, para un muro de altura 2 m hasta la base de cimentación en nuestro terreno:

$$E_1 = 1/2 \cdot K_a \cdot \gamma \cdot H^2 = 0,5 \cdot 0,45 \cdot 17 \cdot 2^2 = 15,30 \text{ kN/m}^2$$

$$E_2 = K_a \cdot q_k \cdot H = 0,45 \cdot 10 \cdot 2 = 9 \text{ kN/m}^2$$

$$E = E_1 + E_2 = 15,30 + 9 = \mathbf{24,3 \text{ kN/m}^2}$$

Presión de hundimiento

La presión de hundimiento de una cimentación directa en faja (indefinida en la dirección perpendicular al ancho B de la cimentación) se suele evaluar mediante la formulación propuesta por Terzaghi:

$$p_h(\text{bruta}) = c \cdot N_c + p_0 \cdot N_q + \frac{1}{2} \cdot B \cdot \gamma \cdot N_\gamma$$

Debido a las características del terreno, donde $\Phi = 22^\circ$, tenemos según Prandtl: $N_c = 16,88$ y $N_q = 7,82$. Para estos valores según Hansen y Christensen: $N_\gamma = 1,5$.

Para la cimentación de nuestro muro de gravedad de longitud indefinida y anchura $B=1$ m, apoyada en un relleno granular realizado sobre un estrato de limos con una cohesión $c_u=45$ kN/m², densidad $\gamma=17$ kN/m³ y a una profundidad de 0,6 m, tenemos:

$$c = 45 \text{ kN/m}^2$$

$$p_0 = 0,6 \text{ m} \cdot 17 \text{ kN/m}^3 = 10,2 \text{ kN/m}^2$$

$$B \cdot \gamma = 1 \text{ m} \cdot 17 \text{ kN/m}^3 = 17 \text{ kN/m}^2$$

La carga de hundimiento vendrá dada por:

$$\begin{aligned} p_h &= 45 \cdot 16,88 + 10,2 \cdot 7,82 + 0,5 \cdot 17 \cdot 1,5 = \\ &= 759,6 + 79,76 + 12,75 = \mathbf{852,11 \text{ kN/m}^2} \end{aligned}$$

Tensión admisible del terreno

En función de la presión de hundimiento y tomando como coeficiente de seguridad $F_s=3$, la presión admisible calculada es:

$$q_{ad} \leq q_{hneto}/F_s; \text{ en nuestro caso } q_{ad} \leq q_{hneto}/F_s$$

En nuestro caso, $q_{hneto} = p_h = 852,11$ kN/m², por lo que:

$$q_{ad} = 852,11 / 3 = 284 \text{ kN/m}^2$$

Cargas consideradas

Peso del muro:

$$P_m = V_m \cdot \gamma_{horm} = 0,45 \text{ m}^3 \cdot 25 \text{ kN/m}^3 = 11,25 \text{ kN/m}$$

Peso de la zapata:

$$P_z = V_z \cdot \gamma_{horm} = 0,75 \text{ m}^3 \cdot 25 \text{ kN/m}^3 = 18,75 \text{ kN/m}$$

Peso de las tierras sobre el talón:

$$P_t = \gamma_{tierra} \cdot H_1 \cdot z = 17 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,6 \text{ m} = 10,2 \text{ kN/m}$$

Axil permanente en la coronación del muro:

$$N_k = 0 \text{ kN/m}$$

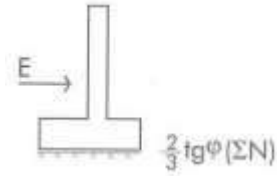
COMPROBACIONES

Deslizamiento Fuerzas desestabilizadoras: empuje del terreno.

Fuerzas estabilizadoras: rozamiento de cargas verticales.

$F_{\text{estab}} / F_{\text{desestab}} \geq 1,5$ (Coeficiente de seguridad a deslizamiento)

$$\frac{\frac{2}{3} \operatorname{tg} \varphi (N_{k, \text{perm}} + P_m + P_z + P_i)}{E} \geq 1,5$$



$$F_{\text{estab}} = \frac{2}{3} * \operatorname{tg} 22 * (0 + 11,25 + 18,75 + 10,2) = 40,2 \text{ kN/m}$$

$$F_{\text{desestab}} = 24,3 \text{ kN/m}$$

$$40,2 / 24,3 \geq 1,5$$

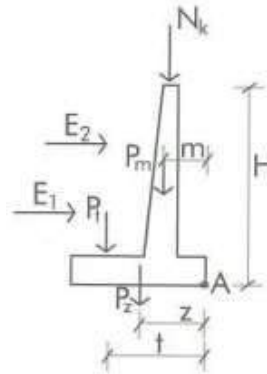
$$1,65 \geq 1,5$$

Vuelco

Se toman momentos en A de las fuerzas estabilizadoras y desestabilizadoras.

$M_{\text{estab}} / M_{\text{desestab}} \geq 1,5$ (Coeficiente de seguridad a deslizamiento)

$$\frac{P_i + P_m m + P_z z + N_{k, \text{perm}} m}{E_1 \frac{H}{3} + E_2 \frac{H}{2}} \geq 1,5$$



$$\begin{aligned} M_{\text{estab}} &= P_i * t + P_m * m + P_z * z + N_{k, \text{perm}} * m = \\ &= 10,2 * 1,05 + 11,25 * 0,75 + 18,75 * 0,75 + 0 = \\ &= 10,71 + 8,44 + 14,06 = 33,21 \text{ kN*m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{\text{desestab}} &= E_1 * H / 3 + E_2 * H / 2 = 15,30 * 2 / 3 + 9 * 2 / 2 = 10,2 + 9 = \\ &= 19,2 \text{ kN*m} \end{aligned}$$

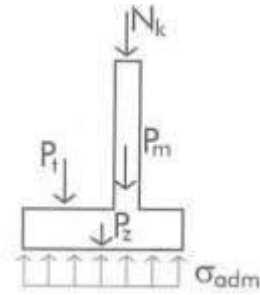
$$33,21 / 19,2 \geq 1,5$$

$$1,73 \geq 1,5$$

Tensión media

$$\frac{N_k + P_m + P_z + P_t}{2z} \leq \sigma_{adm}$$

fuerzas [kN]
 σ_{adm} [kN/m²]
z [m]



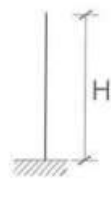
$$(0 + 11,25 + 18,75 + 10,2) / 2z \leq \sigma_{adm}$$

$$40,2 / 3 \leq \sigma_{adm}$$

$$13,4 \leq 284 \text{ kN/m}^2$$

ARMADURA DEL MURO

Esfuerzos del
cálculo por metro
lineal de muro



$$M_d = 1,5 \frac{1}{2} K_0 H_1^2 \left(\frac{\gamma H_1}{3} + q \right)$$

$$V_d = 1,5 K_0 H_1 \left(\frac{\gamma H_1}{2} + q \right)$$

M_d [mkN/m]
 V_d [kN]
 H_1 [m]
 q [kN/m²]

$$M_d = 1,5 * 0,5 * 0,45 * 1,5^2 * (17 * 1,5 / 3 + 10) =$$

$$= 0,76 * 18,5 = 14,05 \text{ mkN/m}$$

$$M_d = 14,05 \text{ mkN/m}$$

$$V_d = 1,5 * 0,45 * 1,5 * (17 * 1,5 / 2 + 10) =$$

$$= 1,01 * 22,75 = 22,98 \text{ kN}$$

$$V_d = 22,98 \text{ kN}$$

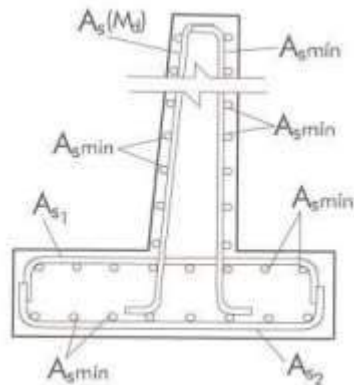
Armadura del muro

El muro tiene una altura de 150 cm y un espesor de 30 cm.

Se calculará el muro de tal forma que no necesite armadura de cortante.

Se dispondrá la armadura como se muestra en la figura.

Se recomienda disponer la armadura horizontal del muro por fuera para un mejor comportamiento a fisuración.



ARMADURA VERTICAL

Armadura mínima mecánica.

$$A_s^- = M_d^- / (0,8 * e * f_{yd}) [x 10] = 14,05 / (0,8 * 0,3 * 434,8) = \\ = 14,05 / 104,35 \times 10 = 1,35 \text{ cm}^2/\text{m}$$

1 barra de Ø12 mm cada metro

Armadura mínima geométrica transversal.

$$A_{smin \text{ geom}} > 2 \text{ ‰ } A_c$$

$$A_{smin \text{ geom}} > 2 \text{ ‰} * 30 * 150$$

$$A_{smin \text{ geom}} > 9 \text{ cm}^2/\text{m}$$

7 barras de 12 mm cada metro

Armadura mínima geométrica longitudinal.

$$A_{smin \text{ geom}} > 2 \text{ ‰ } A_c$$

$$A_{smin \text{ geom}} > 2 \text{ ‰} * 30 * 100$$

$$A_{smin \text{ geom}} > 6 \text{ cm}^2/\text{m}$$

5 barras de 12 mm cada metro

Por facilidad constructiva vamos a utilizar una **mallado de Ø12 mm cada 20 cm en las dos direcciones, en las dos caras del muro.**

El muro tiene 150 cm de altura, por lo que cada metro de muro tenemos:

Sección transversal con 16 barras de Ø12 mm.

$$A_s = 16 \times 1,35 \text{ cm}^2/\text{m} = 21,6 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$21,6 \text{ cm}^2/\text{m} > 9 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Sección longitudinal con 10 barras de Ø12 mm.

$$A_s = 10 \times 1,35 \text{ cm}^2/\text{m} = 13,5 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$13,5 \text{ cm}^2/\text{m} > 6 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Cumple con las cuantías mínimas.

Armatura mínima mecánica flexión.

$$A_{\text{stracc}} \cdot f_{yd} > 4 \% A_c \cdot f_{cd}$$

$$21,6 \cdot 4000 > 4 \% \cdot 30 \cdot 150 \cdot 30$$

$$86400 > 5400$$

Cumple

ARMADURA HORIZONTAL

$$A_{sh} = 0,0016 \text{ e } [x100]$$

$$A_{sh} = 0,0016 \cdot 30 [x100]$$

$$A_{sh} = 4,8 \text{ cm}^2/\text{m altura de muro}$$

Por lo que para la altura total del muro:

$$4,8 \times 1,5 = 7,2 \text{ cm}^2$$

8 barras de Ø12 mm en cada cara

$$A_s = 16 \times 1,35 \text{ cm}^2/\text{m} = 21,6 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Armatura de cortante.

$$V_d < 0,5 \cdot 0,9 \cdot e [x1000]$$

$$22,98 < 135$$

No es necesaria la armadura a cortante.

ZAPATA CORRIDA

Datos necesarios Se calculará como una zapata aislada de un metro de longitud.

- Axil característico: $N_k = 0$
- Tensión admisible del terreno: $\sigma_{adm} =$
- Diámetro de la armadura longitudinal del muro: $\phi = 12 \text{ mm}$
- Sección horizontal del muro: $s \times 1 = 0,3 \text{ m}^2$
- Área de la zapata: $2z \times 1 = 1,5 \text{ m}^2$

Área de la zapata Ya disponemos las dimensiones de la zapata puesto que lo hemos calculado en el cálculo del muro de contención.

En nuestro caso la zapata corrida tiene una anchura de 1,5 m por lo que el área de estudio es de 1,5 m².

Canto de la zapata

De igual forma al ancho de la zapata corrida, ya disponemos de el canto de la misma que es de 50 cm.

Comprobamos si el canto cumple con las condiciones mínimas para garantizar el anclaje de la armadura del pilar, se debe comprobar que:

$$h > 15 \phi^2 + 10 \text{ (cm)}$$

$$50 > 15 * 1,2^2 + 10$$

$$50 > 31,6$$

Cumple

Armadura de la zapata As

Momento de cálculo por metro lineal (M_d)

$$M_d = 1,5 * \sigma_{adm} * a^2 / 8$$

- Ancho de la zapata: a = 1,5 m
- $\sigma_{adm} = 284 \text{ kN/m}^2$

$$M_d = 1,5 * 284 * 1,5^2 / 8$$

$$M_d = 958,5 / 8$$

$$M_d = 120 \text{ mkN/m}^2$$

Armadura mecánica por metro lineal (A_s)

$$A_s = M_d / 0,8 h f_{yd} [x10]$$

- Canto de la zapata: h (m)
- $f_{yd} = 500 / 1,5$ (B-500S)

$$A_s = 120 / 0,8 * 0,5 * 333 [x10]$$

$$A_s = 9 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Armadura mínima geométrica

$$A_s > 2 \text{ ‰ } A_c$$

$$A_s > 2 \text{ ‰ } * 50 * 150$$

$$A_s > 15 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Por facilidad constructiva se va a armar el muro con una **mallá de Ø12 mm cada 15 cm en las dos direcciones.**

La zapata tiene 150 cm de anchura, por lo que cada metro de muro tenemos:

Sección transversal con 13 barras de Ø12 mm.

$$A_s = 13 \times 1,35 \text{ cm}^2/\text{m} = 17,55 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$17,55 \text{ cm}^2/\text{m} > 15 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Sección longitudinal con 8 barras de Ø12 mm.

$$A_s = 7 \times 1,35 \text{ cm}^2/\text{m} = 9,45 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$9,45 \text{ cm}^2/\text{m} > 9 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Cumple con las cuantías mínimas.

Corella, 8 de marzo de 2018



El arquitecto, Javier Ignacio Cueva López

ANEJO C: CÁLCULO DE CALZADAS Y ACERAS

CÁLCULO DE FIRMES Y PAVIMENTOS

- 1. Objeto** Se va a describir y justificar en este Anejo, las diferentes secciones de firmes y pavimentos a disponer en las obras comprendidas en este Proyecto: calzadas de los viales, zonas de aparcamiento, y aceras.
- 2. Trazado, alineaciones y replanteo** Desde el plano 03 hasta el 09 se define las características geométricas de la actuación en conjunto y en detalle.
Los puntos de referencia para replanteo son los indicados en las plantas, hay un total de 15.
- 3. Sección tipo de calles** La actuación se divide en dos zonas marcadamente diferentes.
En la primera zona, la que arranca en la calle Pascual Pérez Oñate, únicamente se va a construir una acera y zona verde, las cuales tienen las siguientes secciones:
Zona verde separación con la carretera: un metro.
Acera: dos metros de ancho.
Zona verde separación de las parcelas anexas: anchura variable.
En la segunda, la que conecta con la urbanización UE5-AR1, se va a construir la acera continuando la sección de la primera zona y una calzada con circulación en doble sentido, las anchuras son las siguientes:
Calzada: seis metros de ancho.
Zona verde separación con la carretera: un metro.
Acera: dos metros de ancho.
Zona verde separación de las parcelas anexas: anchura variable.

PASOS REBAJADOS PEATONALES

Con el fin de facilitar el paso de minusválidos y coches de niños, se proyectan pasos peatonales rebajados con una anchura total de 4,40m., de los cuales 2,50 m. tendrán un escalón de 2 cm y el resto variable de 2 a 13 cm, para unión con la acera normal.

Estos pasos están ubicados en aceras y se realizarán con pavimento de distinto color y textura que abarcará el vado peatonal en toda su extensión (4,40 m) y con la profundidad de la acera.

Los pasos peatonales, también se señalarán en calzada con franjas de pintura vial de color blanco. Estas bandas, serán de 4,40 m de longitud y 0.5 m de anchura, dejando entre sí una separación también de 0,5 m.

ACCESOS A PARCELAS

Se definen los accesos a las parcelas existentes, en concreto:

- Vivienda situada en el número 74 de la calle Pascual Pérez Oñate, o antigua “Casa de Arbitrios” la cual tiene acceso a garaje a nivel de calle y a la vivienda mediante escalón.
- Acceso a la parcela 4.243 a nivel de calle.
- Acceso a la parcela 4.242 a la cual se accede mediante rampa.
- Acceso a la parcela 4.241 a nivel de calle.

4. Rasantes

Para realizar el estudio de rasantes, se ha tomado como base la toma de cotas que se realizó tomando como referencia la cota de los viales existentes (carretera de Alfaro NA-6920, calle Valle del Roncal y camino prolongación de la calle Valle de Erro).

En base a estos datos y con la premisa de realizar una calle si más pendientes de las estrictamente necesarias para salvar el desnivel existente se han proyectado las rasantes, las cuales se encuentran reflejadas en los planos desde el 03 hasta el 09.

5. Movimiento de tierras

Consiste en la ejecución del rasanteo, refino y formación de la superficie de coronación de la explanada de desmonte y/o terraplén, para el asiento de los diferentes firmes de calzadas y aceras.

En primer lugar, se procederá al desbroce, limpieza y destocoado del terreno en todo el límite de actuación, en especial en la cuneta de la actual carretera a Alfaro, con el consiguiente transporte de los productos resultantes a vertedero.

A continuación, se realizará la explanación propiamente dicha que comprenderá la excavación y terraplenado de la acera y el vial, así como la excavación en parcelas de las tierras existentes por encima de la rasante de calles. Las tierras vegetales procedentes de la excavación se acopiarán dentro de el ámbito de actuación para su posterior utilización en zonas verdes, y el resto de tierras se utilizarán en el terraplenado de calles, siempre y cuando, a juicio de la Dirección Técnica, resulten adecuadas para su utilización, en caso contrario se transportarán a vertedero.

Para el terraplenado se utilizarán mínimamente materiales TOLERABLES extendidos por tongadas de 20 a 30 cm de espesor debidamente regados y compactados hasta obtener el 95% del P.M.

De acuerdo con la Instrucción de Carreteras del M.O.P.U. (Secciones de Firme Norma 6.1-IC), la estructura del firme será en función de la intensidad media diaria de vehículos pesados (IMDp) que se prevea en el carril para el año de la puesta en servicio. Al tratarse de una zona residencial, el tipo de tráfico será T41-T42, habiéndose adoptado en nuestro caso el tipo T41 con una sección de firme 4111. Con esta solución, tanto en la coronación del terraplén como en la explanación, se deberá obtener una explanada de categoría E-1 cuyo índice CBR debe estar comprendido entre 5 y 10, dato que deberá ser contrastado mediante ensayo geotécnico realizado sobre los viales de la urbanización.

Si el terreno natural no posee las condiciones exigibles a la explanada E-1, será preciso efectuar un tratamiento de mejoras del mismo, que pudiera consistir en una sustitución de suelo o estabilización con cal o cemento. Por tanto, será preciso un estudio pormenorizado de las condiciones del terreno que podrían modificar las previsiones económicas y de diseño del proyecto que nos ocupa.

6. Firmes y pavimento

Firme de calzadas

Para la calzada de 6 metros de anchura se ha adoptado la sección 4111 de la Instrucción 6.1-IC con la siguiente composición.

Base granular

Capa de 40 cm de espesor, de zahorra artificial Z-2 compactada al 100% del P.M. y según PG3/75, realizada en dos tongadas de 20 cm cada una.

Capas asfálticas

Con un espesor de 10 cm estará compuesta por dos capas de mezclas bituminosas en caliente, de acuerdo con el siguiente criterio:

-Capa de base: formada por 6 cm de una mezcla bituminosa en caliente tipo G-20 caliza o silícea con un porcentaje de betún sobre la mezcla del 4,2%, ejecutada según PG-3/75.

-Capa de rodadura: formada por 4 cm de una mezcla bituminosa en caliente tipo D-12 ofítica con un porcentaje de betún sobre la mezcla del 5,3%, ejecutada según PG3/75.

Antes de la capa de base se ejecutará el riego de imprimación con una emulsión EC1 y una dotación de 1,5 kg/m².

Entre las capas de base y de rodadura, se ejecutará una emulsión de adherencia ECR (0) con una dotación de 0,5 kg/m².

Pavimento de aceras

-Encintado de aceras y zonas verdes.

En aceras, bordillo 12-15x25 prefabricado de hormigón, con arista redondeada y capa integral antidesgaste, asentado y trasdosado con hormigón en masa HM-20, con régola del mismo material acabada lucida al temple; en límites con zona verde, bordillo 9-10x20; y en vados de acceso, entronques prefabricados 50x38x20 y losas bicapas color gris 50x25x6.

-Pavimento de aceras.

Pavimento de hormigón lavado y cepillado de 15 cm., de espesor, mediante hormigón H.A.-25/B/15/I, con gravilla lavada seleccionada de tamaño inferior a 15 mm y con mallazo electrosoldado #200*200*6 mm, ***lavado en fresco.***

-Pasos rebajados peatonales.

Pavimento de loseta hidráulica color de 33x33 cm, de botones 25 uds de color rojo, sobre solera de hormigón.

-Acceso parcelas.

Pavimento de hormigón lavado y cepillado de 20 cm., de espesor, mediante hormigón H.A.-25/B/20/I, con mallazo electrosoldado #150*150*6 mm, ***rayado en fresco.***

Corella, 8 de marzo de 2018



El arquitecto, Javier Ignacio Cueva López

ANEJO D: CÁLCULO DE LÍNEA ELÉCTRICA

ESTUDIO PREVIO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA

TENSIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO

Promotor: Ayuntamiento de Corella

C.I.F.: P3107600C

Dirección: Plaza de España s/n
C.P. : 31591

Localidad: Corella

El Ingeniero Industrial
Ignacio Martínez Elizondo
Colegiado nº 815

ÍNDICE

1. OBJETO.....	2
2. ANTECEDENTES.....	2
3. EMPLAZAMIENTO.....	3
4. TITULAR DE LAS INSTALACIONES.....	3
5. SUMINISTRO.....	3
6. POTENCIA A INSTALAR.....	3
7. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	4
7.1. Acometida.....	4
7.2. Cuadro de mando.....	4
7.3. Redes de alimentación.....	5
7.4. Soportes de las luminarias.....	9
7.5. Luminarias y equipos eléctricos.....	10
8. PUESTA A TIERRA.....	11
9. PROTECCIONES.....	12
9.1. Protección contra sobreintensidades.....	13
9.2. Protección contra sobretensiones.....	13
9.3. Protección contra contactos directos.....	14
10. CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	16
10.1. Base del cálculo.....	16
10.2. Potencia instalada en el cuadro de mando.....	16
10.3. Cálculo de la intensidad de cortocircuito.....	16
10.4. Cálculo de la intensidad del circuito.....	19
10.5. Cálculo de la sección de los conductores.....	19
10.6. Cálculo de los dispositivos de protección.....	21
11. PRESUPUESTO.....	26
12. PLANOS.....	33

1. Objeto.

El presente estudio tiene como objeto definir de forma somera las condiciones técnicas de la renovación parcial del alumbrado público de la calle Pascual Pérez Oñate, así como la instalación de nuevo alumbrado público en la calle Valle de Erro, sitas en Corella (Navarra).

En su redacción se tendrá en cuenta lo dispuesto en el vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, según Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto de 2002, por el que se aprueba dicho Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, haciendo hincapié sobre todo en la instrucción ITC BT-9, por ser un una instalación de alumbrado exterior.

No se tendrá en cuenta lo dispuesto en el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07, según Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por no ser objeto de este estudio las condiciones reflejadas en esta norma.

2. Antecedentes.

Actualmente la calle Pascual Pérez de Oñate, es un vial de acceso al municipio, que conecta directamente las afueras de la población, con el centro del mismo. El tramo de esta calle existente en los límites del casco urbano y que conecta con la calle Valle de Erro, no dispone de acera en todo su recorrido, ni a ambos lados de la calzada, para la circulación segura de peatones. Así mismo, la calle Valle de Erro, en su encuentro con la calle Pascual Pérez de Oñate, tampoco dispone de aceras.

Dado que estos viales sirven de conexión entre la urbanización existente a las afueras de la población y el propio casco urbano de la misma, los tramos expuestos tienen cierta afluencia de peatones, y se plantea adecuarlos para el tránsito seguro de personas.

Entre las diversas acciones a ejecutar en estos tramos, se pretende renovar la instalación alumbrado público existente, así como ejecutar la instalación de nuevos puntos de luz, en las zonas que no dispongan de iluminación.

Actualmente el alumbrado público de la calle Pascual Pérez Oñate se alimenta desde un cuadro de mando situado en la misma calle, y son 6 el número de puntos de luz existentes en el tramo afectado. En el caso del alumbrado público de la calle Valle de Erro, este se alimenta desde un cuadro de mando situado en la calle Valle Ulzama, y en el tramo afectado actualmente no hay ningún punto de luz.

El alumbrado de la calle Pascual Pérez Oñate es muy antiguo, y se desconoce el estado de conservación de la canalización enterrada e incluso si es posible el tendido de nuevos circuitos por ellas. Así pues, para la alimentación de los puntos de luz a sustituir, como los nuevos a instalar en las dos calles contempladas, se utilizará el cuadro de mando existente en la calle Valle Ulzama.

Con el fin de disponer de una visión previa de las condiciones técnicas que debe cumplir la instalación eléctrica ejecutar, en base al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, así como la valoración aproximada del coste de la misma, se encarga la realización de este estudio, no siendo suficiente esta documentación para la posterior legalización de dicha instalación.

El alcance que tiene este estudio incluye la instalación eléctrica de Baja Tensión a ejecutar, no siendo objeto otras instalaciones que estar afectar en dicha reforma. No se tendrá en cuenta las disposiciones del Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07.

3. Emplazamiento.

La instalación de alumbrado público objeto de este estudio se emplaza en las calles Pascual Pérez Oñate y Valle de Erro, sitas en Corella – 31591 -Navarra.

El tramo afectado por la reforma, en la calle Pascual Pérez Oñate, tiene una longitud aproximada de 146m, y actualmente dispone de 6 puntos de luz antiguos que se sustituirán.

El tramo afectado por la reforma, en la calle Valle de Erro, tiene una longitud aproximada de 56m, y actualmente no dispone de alumbrado público, por lo que se pretender instalar 2 nuevos puntos de luz.

4. Titular de las instalaciones.

El titular de las instalaciones es el Ayuntamiento de Corella

CIF: P3107600C
Plaza de España s/n
31591 Corella – (Navarra)

5. Suministro.

El suministro de energía eléctrica se realizará desde cuadro de mando existente nº 2, ubicado junto al portal nº 5 de la calle Valle Ulzama.

Las características del suministro son:

Clase de energía	Alterna-Trifásica
Frecuencia	50 Hz
Tensión nominal	400 V
Sistema de puesta a tierra	Neutro unido directamente a tierra
Aislamiento de los cables de red y acometida	0,6/1 Kv
Conductores	No propagadores de llama

6. Potencia a instalar.

Tal y como se ha expuesto en el anterior apartado 3, se pretende sustituir 6 puntos de luz existente en la calle Pascual Pérez Oñate e instalar 2 nuevos en la calle Valle de Erro.

Las nuevas farolas a instalar serán modelo Escofet WIDE 7/5 con una lámpara led de 75 W enfocada hacia la calzada y de otra lámpara led de 25 W enfocada hacia la acera.

Así pues, la potencia total a instalar será:

$$P = (75 + 25) * 8 = 800W$$

7. Descripción de la instalación

Se plantea la sustitución de 6 farolas de vapor de mercurio existentes en la calle Pascual Pérez Oñate, y la instalación de 2 puntos de luz nuevos en la calle Valle de Erro, todos ellos alimentados desde el cuadro de mando nº2 existente en la calle Valle Ulzama.

Dado que el actual alumbrado de la calle Pascual Pérez Oñate se alimenta desde un cuadro de mando diferente, además de los equipos a instalar, las líneas de alimentación de los 8 puntos de luz serán nuevas.

Los puntos de luz a instalar consistirán en farolas de dos brazos, modelo Escofet WIDE 7/5, con una lámpara led de 75 W enfocada hacia la calzada y de otra lámpara led de 25 W enfocada hacia la acera.

Se instalarán sobre la nueva acera que se pretende adecuar en dichas calles, por lo que, en el caso de las farolas a instalar en la calle Pascual Pérez Oñate, no coincidirán exactamente con la ubicación de las farolas a sustituir.

7.1. Acometida

No se requiere de una acometida nueva, dado que el suministro se realizará desde un cuadro de mando existente.

7.2. Cuadro de mando

Tal y como se ha explicado, las 8 farolas a instalar se alimentarán desde el cuadro de mando nº 2, existente junto al portal nº 5 de la calle Valle Ulzama.

En base a los datos reflejados en el proyecto de urbanización de la Unidad de Ejecución 5, Área de Reparto 1 del Plan Municipal de Corella, este cuadro de mando consta de los siguientes elementos:

- Módulo de acometida directa con fusibles en bases NH de 63A y contador electrónico trifásico.
- Módulo con reductor – estabilizador de flujo de 15kVA Sacrilu de 15kVA, en cabecera, para la estabilización y reducción del flujo luminoso.
- Módulo de abonado con Interruptor General Automático 4P 63A, contactores generales 4P
- Programador Urbilux para el mando y control del alumbrado.
- 3 circuitos de salida con Interruptores automáticos magnetotérmicos 4P 16A y bloque diferencial vigi 300mA asociado, para la protección contra sobrecargas, cortocircuitos y contactos indirectos para todos los circuitos.
- 1 salida de reserva.

Según el mismo proyecto, el cuadro de mando alimenta a tres circuitos de alumbrado existentes, pero cuenta con un espacio de reserva para la instalación de un nuevo circuito. Así pues, se utilizará este espacio de reserva para la instalación del circuito de alimentación de los 8 puntos de luz a instalar.

Tal y como se refleja en el apartado 10.2, este cuadro de control tiene suficiente capacidad para satisfacer la demanda de potencia eléctrica de los nuevos puntos de luz.

Para la protección de las líneas se instalará en el espacio de reserva un interruptor automático magnetotérmico 4P 10A con bloque diferencial vigi 300mA asociado. A estos elementos se le colocará un rótulo indicador del circuito a que pertenece.

El conexionado dentro del cuadro de mando se ejecutará mediante cables de cobre H07Z1 450/750 (UNE 211002).

Se tenderán conductores de tierra desde el cuadro de mando, para la protección de los puntos de luz y masas de la instalación eléctrica a ejecutar.

El cuadro de mando cuenta con dispositivos para regular el nivel luminoso, por lo que, por extensión, se podrá regular igualmente el nivel luminoso de los puntos de luz a instalar.

7.3. Redes de alimentación

7.3.1. Trazado

La línea de alimentación prevista transcurrirá bajo tubo enterrado por terrenos de dominio público, y preferentemente bajo las aceras proyectadas. Tendrá una longitud aproximada de 305 metros.

Según los planos del proyecto de urbanización de la Unidad de Ejecución 5, Área de Reparto 1 del Plan Municipal de Corella, existe canalización eléctrica subterránea para el tendido de los circuitos de alimentación del alumbrado público existente en la zona. Esta canalización tiene instalados dos tubos de polietileno de 110mm de diámetro, de los cuales uno está en uso y el otro es de reserva. Así pues, para el tendido de las líneas de alimentación de los nuevos puntos de luz, en el tramo inicial, se podrá utilizar el tubo de reserva de la canalización existente.

En base a esto, el tendido de la nueva línea de alimentación se realizará de la siguiente manera:

- 110 metros aprovechando la canalización y arquetas ya existentes, en las calles Valle de Ulzama y Valle del Roncal.
- 195 metros con canalización de nueva ejecución a través de las calles Valle de Erro y Pascual Pérez Oñate.

El trazado de la nueva canalización será lo más rectilíneo posible y a poder ser paralelo a referencias fijas como líneas en fachada y bordillos. Asimismo, deberán tenerse en cuenta los radios de curvatura mínimos, fijados por los fabricantes, de 4 veces el diámetro, a respetar en los cambios de dirección.

El trazado de la nueva línea de alimentación se puede observar en el plano nº1 adjunto a este estudio.

7.3.2. Cables

Los cables serán multipolares o unipolares con conductores de cobre y tensión asignada de 0,6/1 kV.

La sección mínima a emplear en los conductores de los cables, incluido el neutro, será de 6 mm². En distribuciones trifásicas tetrapolares, para conductores de fase de sección superior a 6 mm², la sección del neutro será conforme a lo indicado en la tabla 1 de la ITC-BT-07.

El conductor neutro de cada circuito que parte del cuadro, no podrá ser utilizado por ningún otro circuito.

La alimentación de los 8 puntos de luz a instalar se realizará mediante cable unipolar de cobre RZ1-K (0,6/1kV) 4x1x6mm², bajo tubo enterrado.

No se instalará más de un circuito por tubo.

La máxima caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier otro punto de la instalación, será menor o igual que 3%.

Tal y como se demuestra en el apartado 10.5.2, la caída de tensión será inferior al 3%.

7.3.3. Conexiones

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

7.3.4. Canalización

Los tubos irán enterrados a una profundidad mínima de 0,4 m del nivel del suelo medidos desde la cota inferior del tubo y su diámetro interior no será inferior a 60 mm.

Se colocará una cinta de señalización que advierta de la existencia de cables de alumbrado exterior, situada a una distancia mínima del nivel del suelo de 0,10 m y a 0,25 m por encima del tubo.

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

Las características mínimas del tubo serán las siguientes:

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	NA	250 N / 450 N / 750 N
Resistencia al impacto	NA	Ligero / Normal / Normal
Temperatura mínima de instalación y servicio	NA	NA
Temperatura máxima de instalación y servicio	NA	NA
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Protegido contra objetos $D \geq 1$ mm
Resistencia a la penetración del agua	3	Protegido contra el agua en forma de lluvia
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	0	No declarada
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada
Notas: NA : No aplicable (*) Para tubos embebidos en hormigón aplica 250 N y grado Ligero; para tubos en suelo ligero aplica 450 N y grado Normal; para tubos en suelos pesados aplica 750 N y grado Normal		

Se considera suelo ligero aquel suelo uniforme que no sea del tipo pedregoso y con cargas superiores ligeras, como por ejemplo, aceras, parques y jardines. Suelo pesado es aquel del tipo pedregoso y duro y con cargas superiores pesadas, como por ejemplo, calzadas y vías férreas.

Cuando vayan hormigonados, el grado de resistencia al impacto de los tubos será ligero.

Los tubos deberán tener un diámetro tal que permitan un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados. El diámetro interior de estos no será inferior a 60mm.

La canalización subterránea de nueva ejecución estará formada por 2 tubos de polietileno de Ø110mm corrugados por el exterior y lisos por el interior, para el alojamiento de cables de Baja Tensión, dispuestos sobre lecho de hormigón y debidamente enterrados en zanja. Dado que sólo existe un circuito de alimentación, este se instalará en uno de los tubos, dejando el otro tubo de reserva.

Dado que parte del trazado de la nueva canalización transcurrirá atravesará la calzada, las características de la zanja serán diferentes en el caso de su paso por acera, que por el de calzada.

La profundidad de la zanja será de 0,5m en el caso de la acera, y de 0,8m para el trazado por calzada. En ambos casos la anchura de la zanja será de 0,4m.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 5cm aproximadamente, de hormigón HM-20/P/20, sobre la que se depositarán los tubos. A continuación, se colocará otra capa de hormigón HM-20/B/20/I hasta una altura de 10cm por encima de los tubos, envolviéndolos completamente. Sobre esta capa de hormigón y a, al menos 0,10m del firme y 0,25m a la parte superior del tubo, se instalará una cinta de señalización que advierta de la existencia del cable eléctrico de baja tensión.

Para el relleno de la zanja, dejando libre el firme y el espesor del pavimento, se utilizará todouno, zahorra, arena. Después se compactará la sub-base extraída en la excavación en la zona de pavimento, hasta el nivel de la solera base del pavimento.

7.3.5. Arquetas

Las arquetas para la red de alumbrado público se colocarán en aceras, de tal manera que no se interfiera con ninguno de los servicios de suministro que puedan discurrir por las mismas y guardando las distancias reglamentarias.

Se evitarán, en lo posible, los cambios de dirección de los tubos. En los puntos donde se produzcan y para facilitar la manipulación de los cables, se dispondrán arquetas con tapa, registrables o no. Para facilitar el tendido de los cables, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro, como máximo cada 40 m. Esta distancia podrá variarse de forma razonable, en función de derivaciones, cruces u otros condicionantes viarios. A la entrada en las arquetas, los tubos deberán quedar debidamente sellados en sus extremos para evitar la entrada de roedores y de agua.

La situación de las arquetas a instalar se haya reflejada en el plano nº 2, adjunto a este estudio.

7.3.5.1 Arquetas de derivación a punto de luz

Se colocará como mínimo una arqueta por punto de luz y en cada cambio de dirección.

Este tipo de arqueta tendrá una profundidad de 550mm, y una sección horizontal: 360x360mm.

Para su ejecución se utilizará hormigón de resistencia característica HM-20, con un espesor en las paredes de, al menos, 80mm.

El fondo de la arqueta estará formada por el propio terreno, libre de cualquier pegote de hormigón, donde se dejará un lecho de grava gruesa de 0,15 m de profundidad, para facilitar el drenaje.

No se pavimentará en ningún caso su base.

Las arquetas cumplirán con lo estipulado en la norma EN 124-1994.

El marco y la tapa serán cuadrados, y siendo la tapa de función de 400x400mm. En aceras las tapas serán de Clase C250 (Carga de rotura>25 Toneladas).

Se dará una pequeña inclinación a las caras superiores con el fin de evitar la entrada de agua.

En el caso de jardines, las arquetas de derivación a punto de luz se situarán en los caminos peatonales junto a las cimentaciones y en línea con las zanjas.

7.3.5.2 Arquetas de cruce de calzada

Para el cruce de una calzada, se colocará a cada lado del cruce una arqueta con las siguientes características:

- Profundidad: 800mm
- Sección horizontal: 540x540mm
- Tapa y cerco de función de 600x600mm

La ejecución será igual que para las arquetas de derivación.

7.3.6. Cruzamientos generales para cruzamiento, proximidades y paralelismo

En la etapa de proyecto se deberá consultar con las empresas de servicio público y con los posibles propietarios de servicios para conocer la posición de sus instalaciones en la zona afectada. Una vez conocida, antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto en el proyecto.

La ITC-BT-07 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, marca las condiciones y distancias de proximidad que deben responder los cruzamientos, proximidades y paralelismos de cables subterráneos de baja tensión directamente enterrados.

Dado que el cableado se instalará en el interior de tubos, no es preceptivo el cumplimiento de dichas condiciones, aunque se deberá tener en cuenta para cualquier incidencia que se pueda tener con otras instalaciones existentes en la zona como pueden ser ferrocarriles, otros cables de energía eléctrica, cables de telecomunicación, canalizaciones de agua y gas, conducciones de alcantarillado y depósitos de carburante.

Se pondrá especial atención a los cruzamientos con calles, carreteras, ferrocarriles, y depósitos de carburantes, así como proximidades y paralelismos con canalizaciones de agua y gas.

- *Cruzamiento con calles y carreteras. Los cables se colocarán en el interior de tubos protectores conforme con lo establecido en la ITC-BT-21, recubiertos de hormigón en toda su longitud a una profundidad mínima de 0,80 m. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.*
- *Cruzamiento con ferrocarriles. Los cables se colocarán en el interior de tubos protectores conforme con lo establecido en la ITC-BT-21, recubiertos de hormigón y siempre que sea posible, perpendiculares a la vía, y a una profundidad mínima de 1,3 m respecto a la cara inferior de la traviesa. Dichos tubos rebasarán las vías férreas en 1,5 m por cada extremo.*
- *Cruzamiento con depósitos de carburante. Los cables se dispondrán en canalizaciones entubadas según lo prescrito en el apartado 2.1.2. y distarán, como mínimo, 0,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito, como mínimo 1,5 m por cada extremo.*

- *Proximidades y paralelismos con canalizaciones de agua. La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2. Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal, y que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico. Por otro lado, las arterias principales de agua se dispondrán de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de baja tensión.*
- *Proximidades y paralelismos con canalizaciones de gas. La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de gas será de 0,20 m, excepto para canalizaciones de gas de alta presión (más de 4 bar), en que la distancia será de 0,40 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2. Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal. Por otro lado, las arterias importantes de gas se dispondrán de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de baja tensión.*

7.4. Soportes de las luminarias

Los soportes de las luminarias de alumbrado exterior, se ajustarán a la normativa vigente (en el caso de que sean de acero deberán cumplir el RD 2642/85, RD 401/89 y OM de 16/5/89). Serán de materiales resistentes a las acciones de la intemperie o estarán debidamente protegidas contra éstas, no debiendo permitir la entrada de agua de lluvia ni la acumulación del agua de condensación. Los soportes, sus anclajes y cimentaciones, se dimensionarán de forma que resistan las solicitaciones mecánicas, particularmente teniendo en cuenta la acción del viento, con un coeficiente de seguridad no inferior a 2,5, considerando las luminarias completas instaladas en el soporte.

Los soportes que lo requieran, deberán poseer una abertura de dimensiones adecuadas al equipo eléctrico para acceder a los elementos de protección y maniobra; la parte inferior de dicha abertura estará situada, como mínimo, a 0,30 m de la rasante, y estará dotada de puerta o trampilla con grado de protección IP 44 según UNE 20.324 (EN 60529) e IK10 según UNE-EN 50.102. La puerta o trampilla solamente se podrá abrir mediante el empleo de útiles especiales y dispondrá de un borne de tierra cuando sea metálica.

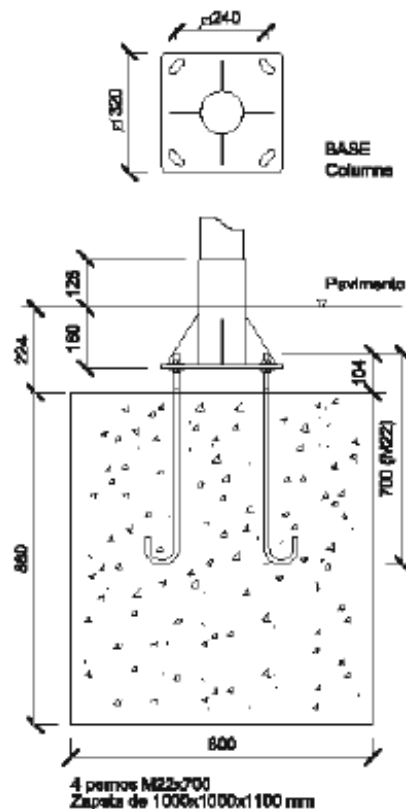
Cuando por su situación o dimensiones, las columnas fijadas o incorporadas a obras de fábrica no permitan la instalación de los elementos de protección y maniobra en la base, podrán colocarse éstos en la parte superior, en lugar apropiado o en el interior de la obra de fábrica.

Los puntos de luz a instalar serán farolas modelo Escofet WIDE 7/5 cuya columna estará fabricado en acero al carbono S275JR galvanizado, con acabado galvanizado o pintado color RAL 9006 STD C.

El peso de la columna será de 155m.

La cimentación y anclaje de la columna se realizará según las especificaciones del fabricante, ejecutando una zapata de 800x800x880mm, que quedará a 224mm del pavimento, y a la cual se anclará la base de la columna mediante cuatro pernos M22x700.

La base de la columna, de 320x240mm, quedará enterrada a 180mm bajo el pavimento



7.4.1. Instalación eléctrica

En la instalación eléctrica en el interior de los soportes, se deberán respetar los siguientes aspectos:

- Los conductores serán de cobre, de sección mínima 2,5 mm², y de tensión asignada 0,6/1kV, como mínimo; no existirán empalmes en el interior de los soportes.
- En los puntos de entrada de los cables al interior de los soportes, los cables tendrán una protección suplementaria de material aislante mediante la prolongación del tubo u otro sistema que lo garantice.
- La conexión a los terminales, estará hecha de forma que no ejerza sobre los conductores ningún esfuerzo de tracción. Para las conexiones de los conductores de la red con los del soporte, se utilizarán elementos de derivación que contendrán los bornes apropiados, en número y tipo, así como los elementos de protección necesarios para el punto de luz.

Los conductores a utilizar en el interior de los soportes serán de cobre RZ1-K (0,6/1kV) unipolares de 2,5mm² de sección, y partirá del cofred instalado en el poste. Los cofred dispondrán de fusibles de 6A, para la protección de las luminarias.

7.5. Luminarias y equipos eléctricos

Las luminarias utilizadas en el alumbrado exterior serán conformes la norma UNE-EN 60.598 -2-3 y la UNE-EN 60.598 -2-5 en el caso de proyectores de exterior.

Los equipos eléctricos de los puntos de luz podrán ser de tipo interior o exterior, y su instalación será la adecuada al tipo utilizado. Los equipos eléctricos para montaje exterior poseerán un grado de

protección mínima IP54, según UNE 20.324 e IK 8 según UNE-EN 50.102, e irán montados a una altura mínima de 2,5 m sobre el nivel del suelo, las entradas y salidas de cables serán por la parte inferior de la envolvente.

Cada punto de luz deberá tener compensado individualmente el factor de potencia para que sea igual o superior a 0,90; asimismo deberá estar protegido contra sobreintensidades.

Las características de las luminarias a instalar son las siguientes:

- Luminaria Aluminio extruido 6060 T6.
 Acabado anodizado plata mate
 Grado de protección IP66 / IK08
 Cierre mediante tornillos inoxidable
- Peso Luminaria: larga 12 kg / corta 9kg
- Grupo óptico LED. Potencias 25W y 75W
 Rendimiento 110lm/W
 Temperatura color 3000K o 4000K / CRI>70
 220-240 VAC. 50/60Hz
 I_o 700mA, Clase I, Driver regulación 1-10V
 Factor de potencia 0,97 (min)
 Protección sobretensiones 10kV

La lámpara de 75 W se colocará enfocada hacia la calzada, a una altura 7m, mientras que la lámpara de 25 W quedará enfocada hacia la acera, a una altura de 5m.

La conexión se realizará mediante cables flexibles, que penetren en la luminaria con la holgura suficiente para evitar que las oscilaciones de ésta provoquen esfuerzos perjudiciales en los cables y en los terminales de conexión, utilizándose dispositivos que no disminuyan el grado de protección de luminaria IP X3 según UNE 20.324.

8. Puesta a tierra.

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

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

En las redes de tierra, se instalará como mínimo un electrodo de puesta a tierra cada 5 soportes de luminarias, y siempre en el primero y en el último soporte de cada línea.

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

- Desnudos, de cobre, de 35 mm² de sección mínima, si forman parte de la propia red de tierra, en cuyo caso irán por fuera de las canalizaciones de los cables de alimentación.
- Aislados, mediante cables de tensión asignada 450/750V, con recubrimiento de color verde-amarillo, con conductores de cobre, de sección mínima 16 mm² para redes subterráneas, y de igual sección que los conductores de fase para las redes posadas, en cuyo caso irán por el interior de las canalizaciones de los cables de alimentación.

El conductor de protección que une de cada soporte con el electrodo o con la red de tierra, será de cable unipolar aislado, de tensión asignada 450/750 V, con recubrimiento de color verde-amarillo, y sección mínima de 16 mm² de cobre.

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

Dado que los 8 puntos de luz se alimentarán desde el cuadro de control existente en la calle Valle Ulzama, la puesta a tierra de estos puntos de luz se unirá a la puesta a tierra existente para los puntos de luz ya conectados a dicho cuadro de control. Esto significa que la puesta a tierra actual de los soportes a sustituir calle Pascual Pérez Oñate no se utilizará para la puesta a tierra de los nuevos soportes a instalar.

La actual puesta a tierra ejecutada mediante picas de acero cobrizado de 2m de longitud y 14,6mm de diámetro, unidas mediante cable de cobre desnudo de 35mm², tendido en el fondo de las zanjias.

Dado que los ocho puntos se alimentarán desde la misma línea, para la puesta a tierra de los nuevos puntos de luz se instalarán 3 picas de acero cobrizado de 2m de longitud y 14,6mm de diámetro. Las picas se instalarán en el primer, cuarto y último soporte de luminaria a instalar, contando desde el cuadro de mando.

Se tenderá una línea general para la puesta a tierra de cobre desnudo de 35mm² de sección, que se conectará a la puesta a existente, y a las nuevas picas a instalar, creando una red equipotencial.

Para la conexión a tierra de los soportes, en cada punto de luz se realizará una derivación de la línea general de tierra, mediante cable aislado 450V/750V verde-amarillo de 16mm² de sección, con conexión al cofred de los soportes.

En el caso de que las luminarias serán de clase I de aislamiento, para la conexión de a tierra de las luminarias, se ejecutará una derivación en el cofret de cada soporte, mediante cable aislado 450V/750V verde-amarillo de 2,5mm². En caso de que las luminarias sea de clase II de aislamiento, no será necesaria su conexión a tierra.

La instalación eléctrica se basará en un sistema TT.

La resistencia de puesta a tierra, medida en la puesta en servicio de la instalación, será como máximo de 30 Ω .

Tal y como se demuestra en los apartados 10.6.3 y 10.6.4, la resistencia de puesta a tierra de la instalación será menor que el valor máximo permitido.

9. Protecciones.

Las líneas de alimentación a los puntos de luz y de control, cuando existan, partirán desde un cuadro de protección y control; las líneas estarán protegidas individualmente, con corte omnipolar, en este cuadro, tanto contra sobreintensidades (sobrecargas y cortocircuitos), como contra corrientes de defecto a tierra y contra sobretensiones cuando los equipos instalados lo precisen.

La intensidad de defecto, umbral de desconexión de los interruptores diferenciales, que podrán ser de reenganche automático, será como máximo de 300 mA y la resistencia de puesta a tierra, medida en la puesta en servicio de la instalación, será como máximo de 30 Ω . No obstante se admitirán

interruptores diferenciales de intensidad máxima de 500 mA o 1 A, siempre que la resistencia de puesta a tierra medida en la puesta en servicio de la instalación sea inferior o igual a 5 Ω y a 1 Ω , respectivamente.

La nueva línea de alimentación estará protegida en cabecera contra sobreintensidades mediante interruptor automático magnetotérmico 4P 10A.

Así mismo, también se dispondrá de protección mediante interruptor diferencial de 300mA.

9.1. Protección contra sobreintensidades

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

a) Protección contra sobrecargas. El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado.

El dispositivo de protección 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.

b) 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 su conexión. Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

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.

Para la protección contra las sobrecargas y cortocircuitos de la línea general de alimentación de los puntos de luz a instalar se instalará un interruptor magnetotérmico 4P 10A clase C, en el cuadro de control nº 2. Además, todas las luminarias irán protegidas por cofred con fusibles de 6A.

Tal y como se justifica en el apartado 10, las protecciones instaladas en el cuadro de mando y los cofreds serán de calibre, tiempo de respuesta, y poder de corte suficiente para cumplir con su cometido.

9.2. Protección contra sobretensiones

El nivel de sobretensión que puede aparecer en la red es función del nivel isoceraúnico estimado, tipo de acometida aérea o subterránea, proximidad del transformador de MT/BT, etc. La incidencia que la sobretensión puede tener en la seguridad de las personas, instalaciones y equipos, así como su repercusión en la continuidad del servicio es función de:

- *La coordinación del aislamiento de los equipos*
- *Las características de los dispositivos de protección contra sobretensiones, su instalación y su ubicación.*

- *La existencia de una adecuada red de tierras.*

Se pueden presentar dos situaciones diferentes:

- *Situación natural: cuando no es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias*
- *Situación controlada: cuando es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias*

Dado que los puntos de luz a instalar estarán conectados a un cuadro de control existente y se desconoce la forma en que se hace el suministro a dicho cuadro, no es posible saber si se requiere la instalación de protección contra sobretensiones en el origen, aunque dado que se trata de una instalación ya legalizada y preparada para la actual ampliación, se entiende que se estimó como no necesaria dicha protección en su diseño.

La alimentación a los puntos de luz se ejecutará mediante línea subterránea y las luminarias dispondrán de serie de protector de sobretensiones de 10KV, por lo que no se considera necesaria la implementación de ninguna protección más

Además, la propia instalación de puesta a tierra, ejecutada mediante conductor de equipotencialidad de cobre desnudo de 35mm², enterrado directamente en la tierra de la zanja, proporcionará un valor de tierra pequeño, con lo que se conseguirá una mejor salida de la corriente de fuga.

9.3. Protección contra contactos directos e indirectos

Las luminarias serán de Clase I o de Clase II.

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

Cuando las luminarias sean de Clase I, deberán estar conectadas al punto de puesta a tierra del soporte, mediante cable unipolar aislado de tensión asignada 450/750V con recubrimiento de color verde-amarillo y sección mínima 2,5 mm² en cobre.

Las partes metálicas accesibles de los soportes estarán conectadas a tierra mediante derivación del conducto general de tierra, con cable aislado de 16mm².

Las luminarias se colocarán a 7 y 5 metros de altura, por lo que para su acceso no se requerirá el empleo de útiles especiales.

Las luminarias, en caso de ser de clase I se conectarán a la puesta a tierra del soporte mediante cable de cobre aislado 450/750V verde-amarillo de 2,5mm² de sección.

9.3.1 Protección contra contactos directos

Esta protección 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 que se pueden utilizar en la protección contra los contactos directos vienen expuestos y definidos en la Norma UNE 20.460 -4-41, que son habitualmente:

- *Protección por aislamiento de las partes activas.*
- *Protección por medio de barreras o envolventes.*
- *Protección por medio de obstáculos.*
- *Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.*
- *Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual.*

La instalación eléctrica objeto de este proyecto ofrece una protección contra contacto directo mediante:

- Aislamiento de las partes activas, en el caso de en el caso de las líneas de alimentación a los receptores, ya que serán 0,6/1kV.
- Envolventes, en el caso de las conexiones dentro del cuadro de mando, de las arquetas y de los cofres en el interior de los soportes.
- Obstáculos, en el caso del trazado subterráneo de las líneas.
- Por dispositivos de corriente diferencial residual, instalado en el origen de la línea de alimentación a los nuevos puntos de luz.

9.3.2 Protección contra los contactos indirectos

La protección contra contactos indirectos es posible conseguirse mediante la aplicación de algunas de las medidas siguientes:

- *Protección por corte automático.*
- *Protección por empleo de equipos de la clase II o por aislamiento equivalente.*
- *Protección en los locales o emplazamientos no conductores.*
- *Protección mediante conexiones equipotenciales locales no conectadas a tierra.*
- *Protección por separación eléctrica.*

La protección principal contra contactos indirectos en la instalación es mediante protección por corte automático. El esquema de puesta a tierra de la instalación es TT.

El corte automático de la alimentación después de la aparición de un fallo está destinado a impedir que una tensión de contacto de valor suficiente, se mantenga durante un tiempo tal que puede dar como resultado un riesgo.

Debe existir una adecuada coordinación entre el esquema de conexiones a tierra de la instalación utilizado y las características de los dispositivos de protección.

Dado el esquema de puesta a tierra, la instalación eléctrica objeto de este proyecto se protegerá principalmente mediante corte automático, a través del interruptor diferencial a instalar en el cuadro de mando.

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. Si varios dispositivos de protección van montados en serie, esta prescripción se aplica por separado a las masas protegidas por cada dispositivo.

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.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_A \times I_a \leq U$$

donde:

R_A: es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

I_a: es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.

U: es la tensión de contacto límite convencional (50, 24V u otras, según los casos). 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, interruptores automáticos.*
Estos dispositivos solamente son aplicables cuando la resistencia R_A tiene un valor muy bajo.

Tal y como se refleja en los apartados 10.6.3 y 10.6.4, dado el valor de tierra de la instalación y los dispositivos de protección de corriente diferencial-residual a instalar, se asegurará la protección contra contactos indirectos.

10. Cálculo de la instalación eléctrica

10.1 Base del cálculo

Se va a realizar un cálculo teórico inicial, el cual se podrá aplicar a todos los circuitos existentes en este proyecto.

Los cálculos a realizar son los siguientes:

- Potencia instalada en el cuadro de mando
- Cálculo de la intensidad de cortocircuito.
- Cálculo de la intensidad del circuito
- Cálculo de sección de los conductores.
- Cálculo de los dispositivos de protección.

10.2 Potencia instalada en el cuadro de mando

El cuadro de mando desde dónde se alimentará los nuevos puntos de luz, tiene instalados tres circuitos trifásicos de 3160w, 3120w y 2520w.

Este cuadro de mando dispone de protección general automática 4P 63A, por lo que la potencia máxima que puede suministrar es de 43647w

Dado que la potencia total de los puntos de luz a instalar es de 800w, el cuadro de mando tiene suficiente capacidad para poder dar suministro a estos puntos de luz.

10.3 Cálculo de la intensidad de cortocircuito

Los cortocircuitos pueden ser de diversa índole:

- Cortocircuito trifásico, en el que las 3 fases se ponen en contacto simultáneamente y la tensión entre ellas pasa a ser 0. Es el caso de mayores corrientes de cortocircuito en una instalación trifásica.
- Cortocircuito bifásico, entre dos fases. Las corrientes que producen son similares a las producidas por un cortocircuito trifásico, aunque algo menor.
- Cortocircuito fase-neutro, que suele ser el más habitual comporta intensidades menores que los anteriores.

Cualquier de estos cortocircuitos puede ocurrir en una instalación. Hay que determinar cuáles y en qué lugares son más perjudiciales.

- Cortocircuito trifásico en cabecera de línea, que provoca las intensidades de cortocircuito más altas, primero por ser trifásico y segundo porque la impedancia abarcada es la menor, por ser menor la longitud de la línea. Este es el mayor cortocircuito que va a sufrir la línea.
- Cortocircuito fase-neutro a pie de línea, que provoca las intensidades más bajas, ya que cuenta con la mayor impedancia abarcada y es el tipo de cortocircuito más “suave”.

10.3.1. Cálculo de la intensidad de cortocircuito máximo

En este caso se supone que el cortocircuito se produce en un punto justo por debajo de las protecciones, al inicio de la línea.

Para el cálculo de un cortocircuito trifásico, se aplica la siguiente fórmula:

$$I_{CCmax} = \frac{U_n}{\sqrt{3} * Z_{cc}} = \frac{U_n}{\sqrt{3} * \sqrt{R_{cc}^2 + X_{cc}^2}}$$

donde

I_{CCmax} : intensidad de cortocircuito máxima.

U_n : tensión nominal de línea.

Z_{cc} : impedancia del circuito trifásico aguas arriba.

La impedancia aguas arriba en cualquier circuito se calcula como:

$$R_{cc} = R_{cc,T} + R_1 + R_2 + \dots + R_{n-1}$$

$$X_{cc} = X_{cc,T} + X_1 + X_2 + \dots + X_{n-1}$$

siendo

$R_{cc,T}$: resistencia de cortocircuito del transformador, a la cabeza del esquema.

$X_{cc,T}$: reactancia de cortocircuito del transformador, a la cabeza del esquema.

R_j : resistencia de cada tramo de cable aguas arriba del punto de cortocircuito.

X_j : reactancia de cada tramo de cable aguas arriba del punto de cortocircuito.

Dado que no se dispone de los datos de las impedancias aguas arriba de cuadro de mando, ni tampoco de la intensidad de cortocircuito real en el punto de conexión con las redes de la Compañía Suministradora, se estimará que el valor de cortocircuito máximo en el cuadro de mando es inferior al poder de corte de los dispositivos instalados. Por ello, el interruptor magnetotérmico a instalar para la protección del nuevo circuito tendrá un poder de corte de al menos, la misma magnitud que el resto de protecciones ya instaladas.

10.3.2. Cálculo de la intensidad de cortocircuito mínimo

En este caso se supone que el cortocircuito se produce en un punto justo por encima de las siguientes protecciones o justo por encima de la carga, De esta forma se contempla toda la longitud de la línea que se está analizando.

La intensidad que aparece en este cortocircuito será:

$$I_{CCmin} = \frac{U_n}{\sqrt{3} * \sqrt{(R_L + R_N)^2 + (X_L + X_N)^2}}$$

donde

R_L : resistencia de línea (incluyendo los devanados del transformador) hasta el punto de cortocircuito.

R_N : resistencia de neutro desde el transformador hasta el punto de cortocircuito.

X_L : reactancia de línea (incluyendo los devanados del transformador) hasta el punto de cortocircuito.

X_N : reactancia de neutro desde el transformador hasta el punto de cortocircuito.

En el caso de que se desconozca la impedancia de alimentación del circuito, se admite realizar un cálculo aproximado considerando únicamente en la impedancia de los conductores de fase y de protección del circuito protegido y la hipótesis de que cuando se produce un cortocircuito la tensión cae un 20% en el punto donde está instalado el dispositivo de protección.

En ese caso la expresión anterior se simplifica a:

$$I_{CCmin} \cong \frac{0,8 * U_n}{\sqrt{3} * \sqrt{\left(\frac{\rho_F L_F}{S_F} + \frac{\rho_N L_N}{S_N}\right)^2 + (x_F L_F + x_N L_N)^2}}$$

donde

$\rho_{F,CP}$: resistividad de los conductores de fase y de los conductores de protección a su temperatura máxima.

$L_{F,N}$: longitud de los conductores de fase y de los conductores de neutro.

$S_{F,N}$: sección de los conductores de fase y de los conductores de neutro.

$x_{F,N}$: reactancia de los conductores de fase y de los conductores de neutro.

Para los cálculos, se han adoptado los siguientes valores de partida:

$\rho_{\text{cobre } 90^\circ\text{C}} = 0,022 \text{ } \Omega\text{mm}^2/\text{m}$

$x_{\text{cobre}} = 0,08 \text{ } \Omega/\text{Km}$

Así pues, la intensidad de cortocircuito mínima que se podrá llegar a dar en la nueva línea, en el poste más alejado será:

$$I_{CCmin} = \frac{0,8 * 400}{\sqrt{3} * \sqrt{\left(\frac{0,022 * 305}{6} + \frac{0,022 * 305}{6}\right)^2 + (0,08 * 0,305 + 0,08 * 305)^2}} = 82,58A$$

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito mínima en las luminarias, aunque el cableado desde el punto de derivación hasta la base de fusibles del cofred seguirá siendo de 6mm^2 , y a partir de este, se reducirá a $2,5\text{mm}^2$, por simplificar, estimaremos que toda la longitud es de $2,5\text{mm}^2$, obteniendo un resultado más conservador. Así pues, en la luminaria más alejada, la intensidad de cortocircuito mínima será:

$$I_{CCmin} = \frac{0,8 * 400}{\sqrt{3} * \sqrt{\left(2,237 + \frac{2 * 0,022 * 7}{2,5}\right)^2 + (0,049 + 2 * 0,08 * 7)^2}} = 70,15A$$

10.4 Cálculo de la intensidad del circuito

Para un circuito monofásico:

$$I_{CALC} = \frac{P_{CALC}}{U_0 * \cos\varphi}$$

mientras que para un circuito trifásico:

$$I_{CALC} = \frac{P_{CALC}}{\sqrt{3} * U_0 * \cos\varphi}$$

donde

I_{CALC} : intensidad de cálculo de la línea.

U_0 : tensión nominal de la línea.

P_{CALC} : potencia de cálculo prevista para la línea.

$\cos\varphi$: factor de potencia de la carga

En el caso de circuitos donde la intensidad esté limitada por un elemento protector, como un magnetotérmico o un fusible, esta intensidad del circuito será la que limite el magnetotérmico o fusible.

Para el cálculo de la intensidad, aunque las luminarias de led, por seguridad se estimará un factor 1,8 veces la potencia de las luminarias.

La intensidad total del circuito será la siguiente:

$$I_{CALClinea} = \frac{800 * 1,8}{\sqrt{3} * 400 * 0,97} = 2,14A$$

En el caso del tramo interior de cada soporte, la línea será monofásica y por lo tanto:

$$I_{CALCposte} = \frac{100 * 1,8}{230 * 0,97} = 0,81A$$

10.5 Cálculo de la sección de los conductores

10.5.1. Cálculo en función de la intensidad máxima admisible.

En función de varios condicionantes, la intensidad máxima que puede circular por los circuitos podrá ser mayor o menor dependiendo de la sección de los conductores. Estos condicionantes son:

- Material del conductor.
- Tipo de instalación.
- Material aislante.
- Tipo de cable.
- Agrupación de cables.
- Temperatura del aire.

El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, dependiendo si se trata de una red de distribución aérea, enterrada o una instalación interior, marca en sus ITC-BT- 6, 7 y 19, la intensidad máxima por el cable, en función de los condicionantes expuestos, y la sección de los conductores. También, cada fabricante de cables, dispone de los datos de la intensidad máxima admisible, en función de ciertos factores.

Así pues, habiendo calculado la intensidad que circulará por un circuito, y habiendo elegido los condicionantes del mismo, se seleccionará la sección mínima de los conductores cuya intensidad máxima admisible sea superior a la intensidad cálculo.

Según la ITC-BT-07 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, la intensidad máxima admisible para cable unipolar de cobre de 6mm² con aislamiento XLPE, enterrado, es de 72 Amperios. Sin embargo, hay que aplicar el factor de corrección por ir bajo tubo de 0,8, por lo que la intensidad admisible es de 57,6A, superior a la intensidad total del circuito calculada.

En el caso del cableado interior del soporte, se tomará como referencia la tabla 1 de la ITC-BT 19, en donde el cable de 2,5mm² monofásico con aislamiento XLPE y tendido en el interior de tubos, tiene una intensidad máxima admisible de 29A. Este valor es superior a la intensidad calculada en la derivación.

10.5.2. Cálculo en función de la caída de tensión.

La sección de los conductores a utilizar también se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea, menor que lo prescrito en la normativa.

Para instalaciones de alumbrado exterior, la máxima caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier otro punto de la instalación, será menor o igual que 3%.

Para el cálculo de la sección mínima del conductor, en función de la caída de tensión permitida se utilizará las siguientes fórmulas:

- Para líneas monofásicas

$$S = \frac{2 * L * \rho * I_{CALC} * \cos\varphi}{\Delta V}$$

- Para líneas trifásicas

$$S = \frac{L * \rho * I_{CALC} * \cos\varphi * \sqrt{3}}{\Delta V}$$

dónde

S: sección del conductor.

L: longitud de la línea.

I_{CALC}: intensidad de cálculo de la línea.

Cos φ: factor de potencia de la carga. Por seguridad se tomará 0,95.

ρ: resistividad del conductor.

ΔV: caída de tensión máxima admisible en voltios.

Esta sección S tiene que ser menor que la sección normalizada usada.

Dado que el tipo de luminaria a instalar es la misma para todos los soportes, la mayor caída de tensión se dará en el punto de luz más alejado.

Teniendo en cuenta la distribución de los puntos de luz, la sección mínima de la línea general será:

$$S = \frac{(125 + 149 + 173 + 202 + 226 + 257 + 283 + 307) * 0,022 * 2,14 * 0,97 * \sqrt{3}}{12 * 8}$$

$$S = 1,42 \text{ mm}^2$$

Así pues, la sección prevista para la línea de 6mm² es suficiente. Con esta sección, la caída de tensión en el punto de derivación del poste más alejado será:

$$\Delta V = 2,84V = 0,71\%$$

La caída de tensión en la luminaria será la suma de la caída de tensión hasta el punto de derivación, más la producida en la línea interior del poste. La caída de tensión en la línea del poste será:

$$\Delta V = \frac{2 * ((5 * 100) + (2 * 75)) * 1,8}{230 * 56 * 2,5} = 0,07V = 0,03\%$$

Así pues, la caída de tensión máxima será inferior 0,74%, inferior al límite del 3%.

10.6 Cálculo de los dispositivos de protección

10.6.1. Sobrecargas.

Las características de funcionamiento de un dispositivo que protege un cable contra sobrecargas deben satisfacer las dos condiciones siguientes:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$I_2 \leq 1,45 * I_Z$$

dónde

I_B : intensidad de uso previsto en el circuito.

I_N : intensidad nominal del dispositivo de protección.

I_Z : intensidad admisible del conductor.

I_2 : intensidad de disparo del dispositivo a tiempo convencional

El valor de I_2 se indica en la norma de producto o se puede leer en las instrucciones o especificaciones proporcionadas por el fabricante:

$I_2 = 1,45 * I_N$ (para interruptores según UNE EN 60898 o UNE EN 61009)

$I_2 = 1,30 * I_N$ (para interruptores según UNE EN 60947-2)

En el caso de fusibles, la característica equivalente a la I_2 de los interruptores automáticos es la denominada I_f (intensidad de funcionamiento) que para los fusibles del tipo gG suele tomar los siguientes valores:

$I_f = 1,60 * I_N$	si	$I_N \geq 16A$
$I_f = 1,90 * I_N$	si	$4A < I_N < 16A$
$I_f = 2,10 * I_N$	si	$I_N \leq 4A$

En el caso de la línea de alimentación tenemos que la protección será de tipo magnetotérmica de 10A:

$$2,14A \leq 10A \leq 57,6A$$

$$10 * 1,45 = 14,5A \leq 1,45 * 57,6 = 83,52A$$

En el caso de las líneas interiores de los postes, tendrán protección individual mediante fusibles de 6A:

$$0,81A \leq 6A \leq 29A$$

$$6 * 1,9 = 11,4A \leq 1,45 * 29 = 42,05A$$

Como se puede comprobar, en ambos casos se cumplen las condiciones de protección contra sobrecargas.

10.6.2. Cortocircuitos.

Todo dispositivo que asegure la protección contra los cortocircuitos debe responder a dos condiciones.

- 1) Su poder de corte (PdC) debe ser como mínimo igual a la corriente de cortocircuito máxima.
- 2) El tiempo de corte de toda corriente que resulte de un cortocircuito que se produzca en un punto cualquiera del circuito, no debe ser superior al tiempo que tarda en alcanzar la temperatura límite admisible por los conductores.

Para que se cumpla esta última condición, la curva de actuación de los dispositivos de protección debe estar por debajo de la curva térmica del conductor.

$$I_{CC}^2 * t \leq k^2 * S^2$$

donde

I_{CC} : corriente de cortocircuito

t : tiempo de disparo del dispositivo de protección

S : sección del conductor

k : 115 para conductores de cobre aislados con PVC ó 135 para conductores de cobre aislados de EPR ó XLPE

En el caso de los fusibles, el fabricante de los mismos proporciona los datos de la energía que deja pasar I^2t que deja pasar, en función del calibre del mismo, y la tensión de funcionamiento.

En el caso de instalar interruptores automáticos, en vez de utilizar la condición anterior, se puede usar la siguiente, que es más sencilla de aplicar y a la vez más restrictiva, con lo que supone una medida adicional de protección:

$$I_{CCmin} > I_m$$

donde

I_m : corriente mínima que asegura el disparo magnético del interruptor automático.

En interruptores automáticos se definen las tres clases de disparo magnético (I_m) más comunes, según el múltiplo de la corriente asignada (I_N), cuyos valores normalizados son:

- Curva B: $I_m = (3 / 5) I_N$
- Curva C: $I_m = (5 / 10) I_N$
- Curva B: $I_m = (10 / 20) I_N$

En el caso de la línea de alimentación:

- 1) Dado que desconocemos el cortocircuito máximo en el cuadro de mando, no podemos comprobar su cumplimiento, aunque dado que la instalación existente se encuentra legalizada, se entiende que el poder de corte de los dispositivos ya instalados cumple dicha condición. Así

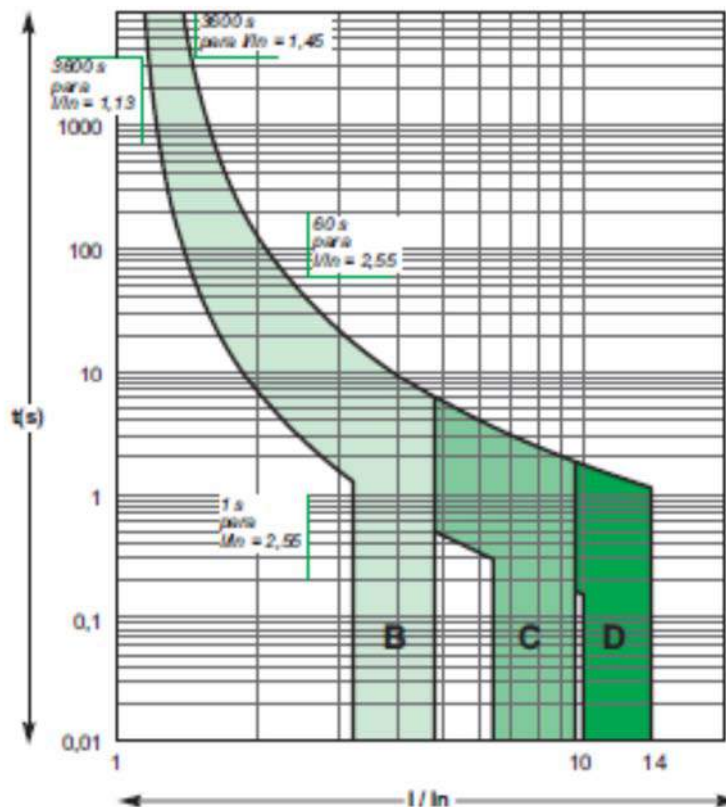
pues, el interruptor magnetotérmico a instalar deberá tener, al menos, el mismo poder de corte que las protecciones existentes.

2) La condición simplificada para el interruptor magnetotérmico a instalar en el cuadro de mando, no se cumple si este es de curva C.

$$70,15A > 10 * 10 = 100A$$

Sin embargo, esto no significa que no se proteja correctamente contra cortocircuitos, si aplicamos la condición inicial, en base a la curva de disparo del interruptor magnetotérmico.

Curvas B, C, D calibres de 6 a 63 A.

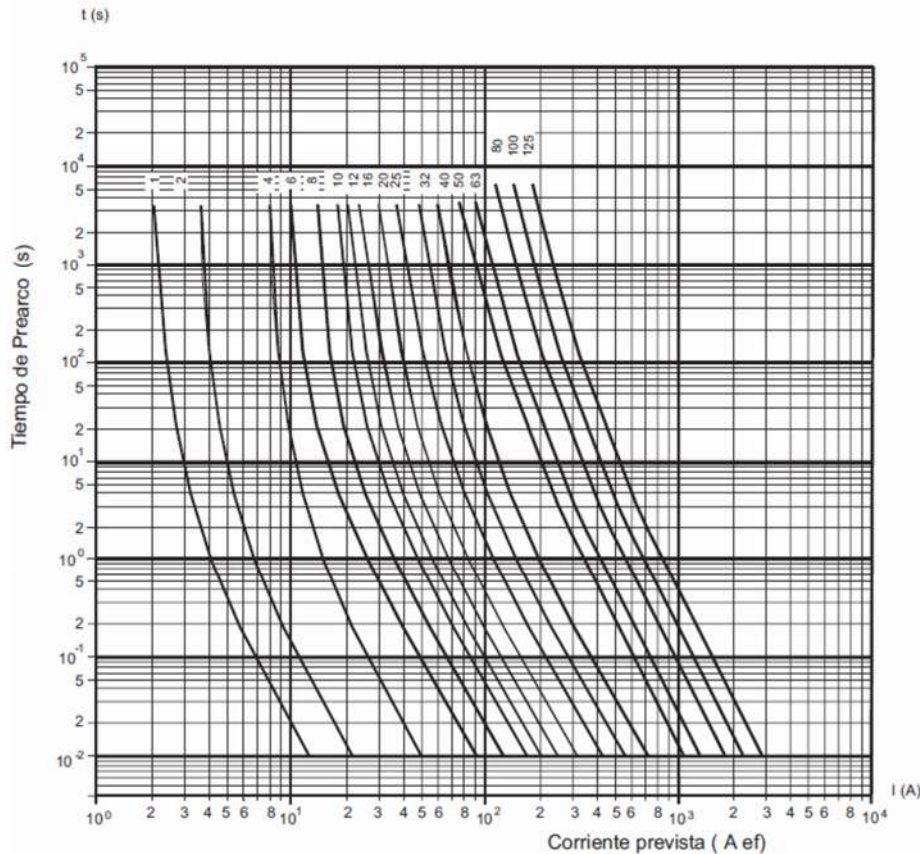


$$82,58^2 * 2,5 = 17049 A^2s \leq 135^2 * 6^2 = 656100 A^2s$$

En el caso de las líneas interiores:

1) Los fusibles a instalar en los postes serán del tipo cilíndricos gG tipo T-0, con poder de corte 120kA, y por lo tanto, suficiente para el posible cortocircuito máximo que se pudiera dar.

2) Para la segunda condición aplicaremos la siguiente curva de respuesta del fusible:



$$70,15^2 * 0,025 = 124 A^2s \leq 135^2 * 2,5^2 = 113906 A^2s$$

Así pues, tenemos que, para ambos casos, se cumple con la protección contra cortocircuitos.

12.6.3. Protección contra contactos indirectos

El corte automático de la alimentación después de la aparición de un fallo está destinado a impedir que una tensión de contacto de valor suficiente, se mantenga durante un tiempo tal que puede dar como resultado un riesgo.

El corte automático de la alimentación está prescrito cuando puede producirse un efecto peligroso en las personas o animales domésticos en caso de defecto, debido al valor y duración de la tensión de contacto. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales. En ciertas condiciones pueden especificarse valores menos elevados, como por ejemplo, 24 V.

En un esquema TT 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. Además, se cumplirá la siguiente condición:

$$R_A \times I_a \leq U$$

donde:

R_A : es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

I_a : es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.

U: es la tensión de contacto límite convencional (50, 24V u otras, según los casos). 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, interruptores automáticos. Estos dispositivos solamente son aplicables cuando la resistencia R_A tiene un valor muy bajo.

En el caso de esta instalación, el dispositivo de protección a utilizar es un diferencial con sensibilidad 300mA. Así pues:

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

La suma de resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de las masas, debe ser inferior a 80Ω , para asegurar la protección contra contactos indirectos.

Se desconoce el actual valor de puesta a tierra en la instalación del cuadro de mando, sin embargo, dado que esta se encuentra legalizada, se entiende que cumple con los requisitos de la ITC-BT-09. Una de las condiciones que debe cumplir es que el valor de puesta a tierra sea inferior a 30Ω .

Puesto que la puesta a tierra de los nuevos puntos de luz se conectará a la existente para el cuadro de mando, el valor de puesta tierra total de la instalación será como mucho el ya existente, y por lo tanto se cumplirá con la protección contra contactos indirectos.

En cualquier caso, en el siguiente apartado se realiza el cálculo del valor de puesta a tierra de las picas a instalar, independientemente de la red de tierras ya existente.

12.6.4. Cálculo de la puesta a tierra

Dado que se desconoce el valor de la puesta a tierra existente en el cuadro de mando, se realizará un cálculo sobre las picas a instalar en la nueva línea.

Para su cálculo, y en función del tipo de electrodo a utilizar, existen diversas fórmulas:

Electrodo	Resistencia de Tierra en Ohm
Placa enterrada	$R = 0,8 \rho/P$
Pica vertical	$R = \rho/L$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = 2 \rho/L$
ρ , resistividad del terreno (Ohm.m)	
P , perímetro de la placa (m)	
L , longitud de la pica o del conductor (m)	

Para estimar la resistividad del terreno, a continuación, se muestra una tabla con valores orientativos en función de la naturaleza del mismo:

Naturaleza terreno	Resistividad en Ohm.m
Terrenos pantanosos	de algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y Arcillas compactas	100 a 200
Margas del Jurásico	30 a 40
Arena arcillosas	50 a 500
Arena silícea	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 5.00
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3.000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1.000 a 5.000
Calizas agrietadas	500 a 1.000
Pizarras	50 a 300
Roca de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedente de alteración	1.500 a 10.000
Granito y gres muy alterado	100 a 600

Para esta instalación la nueva puesta a tierra consistirá en tres picas de acero cobrizado de 2m de longitud.

Dado el tipo de terreno existente es arcilloso compacto, por lo que se puede estimar la resistividad del mismo en 150Ωm.

Con estos datos, se puede proceder al cálculo de la resistencia de la toma de tierra:

$$R_t = \frac{\rho}{3 * L} = \frac{150}{3 * 2} = 25\Omega < 30\Omega$$

Dado que el valor previsto de la puesta a tierra es inferior al máximo admisible, 30Ω, la instalación estará protegida contra contactos indirectos y cumplirá con la ITC-BT-9.

De todas formas, se comprobará el valor de puesta a tierra de la instalación y en caso de que sea superior a 30Ω, se procederá a la revisión de sus conexiones, y si es necesario a su ampliación, mediante la instalación de nuevas picas a tierra hasta que el valor dado sea suficiente.

13. Presupuesto

No	Ud.	Descripción	Medición	Precio Ud.	Importe
CAPITULO 1.- INSTALACIÓN CUADRO CONTROL					
1.1	UD	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO Interruptor automático magnetotérmico, de 4 módulos, tetrapolar (4P), con 6 kA de poder de corte, de 10 A de intensidad nominal, curva C, incluso accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1. Instalación en cuadro de control.			
			1,00	78,07	78,19
1.2	UD	INTERRUPTOR DIFERENCIAL Bloque Vigi de 300mA de 4 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 61008-1. Instalación en cuadro de control.			
			1,00	202,19	202,19
TOTAL CAPITULO 1					280,38

No	Ud.	Descripción	Medición	Precio Ud.	Importe
CAPITULO 2.- INSTALACIÓN LÍNEA ALIMENTACIÓN					
2.1	ML	LÍNEA DE ALUMBRADO Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 6 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Según UNE 21123-4.	1284,00	5,60	7190,40
2.2	ML	TUBO POLIETILENO 110MM Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 110 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 250 N, con grado de protección IP 549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4.	400,00	5,46	2184,00
2.3	ML	ZANJA EN ACERA Apertura de zanja de 400mm de anchura y 500mm de profundidad media. - Aporte y colocación de cable de cobre rígido desnudo de 35mm ² de sección en el fondo, incluso p/p de lazos en arquetas y conexión a picas. - Solera de 50mm de HM20. - Aporte y colocación de 2 tubos de polietileno D=110mm separados 80mm entre sí y a 50mm de las paredes. - Recubrimiento de los tubos con HM20 hasta 50mm por encima del tubo más alto. Relleno con zahorras compactadas y cinta de señalización	187,50	45,40	8512,50
2.4	ML	ZANJA EN CALZADA Apertura de zanja de 400mm de anchura y 800mm de profundidad media. - Aporte y colocación de cable de cobre rígido desnudo de 35mm ² de sección en el fondo, incluso p/p de lazos en arquetas y conexión a picas. - Solera de 50mm de HM20. - Aporte y colocación de 2 tubos de polietileno D=110mm separados 80mm entre sí y a 50mm de las paredes. - Recubrimiento de los tubos con HM20 hasta 100mm por encima del tubo más alto. Relleno con zahorras compactadas y cinta de señalización	7,50	53,10	398,25

No	Ud.	Descripción	Medición	Precio Ud.	Importe
2.5	ML	ROTURA Y REPOSICIÓN PAVIMENTO Rotura y reposición de pavimento. Incluso desmontaje previo del mobiliario urbano y señalización vertical existente, señalización, gestión de servicios afectados, precorte del pavimento, excavación por medios mecánicos o manuales, retirada de escombros, traslado a vertedero controlado y canon de vertido, ejecución de nuevo paquete de firme, limpieza final y recolocación de mobiliario urbano y señalización vertical y pintado de señalización horizontal mediante métodos homologados.	195,00	37,30	7273,50
2.6	UD	ARQUETA DE DERIVACIÓN Arqueta de 360x360x550mm medidas interiores, de hormigón prefabricada, incluyendo: - Excavación necesaria - Transporte de tierras sobrantes a vertedero con canon - Formación de lecho de grava de 150mm - Colocación de arqueta y ejecución de encuentro con tubos de alumbrado nuevos y existentes, incluso recorte de sobrantes. - Sellado de tubos ocupados con líneas mediante espuma de poliuretano y tapón de estopa, según norma RBT - Colocación de marco y tapa de 400x400 homologados de fundición nodular tipo FGE 50-7 o 42-12 según EN 124-1994, de clase C250 con inscripción "ALUMBRADO PÚBLICO" - Refino final de marco con mortero y limpieza de la arqueta	8,00	335,61	2684,88
2.7	UD	ARQUETA DE CRUCE Arqueta de 540x540x800mm medidas interiores, de hormigón prefabricada, incluyendo: - Excavación necesaria - Transporte de tierras sobrantes a vertedero con canon - Formación de lecho de grava de 150mm - Colocación de arqueta y ejecución de encuentro con tubos de alumbrado nuevos y existentes, incluso recorte de sobrantes. - Sellado de tubos ocupados con líneas mediante espuma de poliuretano y tapón de estopa, según norma RBT - Colocación de marco y tapa de 600x600 homologados de fundición nodular tipo FGE 50-7 o 42-12 según EN 124-1994, de clase C250 con inscripción "ALUMBRADO PÚBLICO" - Refino final de marco con mortero y limpieza de la arqueta	1,00	379,46	379,46
TOTAL CAPITULO 2					28622,99

No	Ud.	Descripción	Medición	Precio Ud.	Importe
CAPITULO 3.- PUESTA A TIERRA					
3.1	UD	TOMA DE TIERRA Ejecución de toma de tierra mediante pica de 2m de acero cobrizado enterrada arqueta de alumbrado, grapas, cinta denso de protección y mano de obra a conductor de tierra de zanja	3,00	26,12	78,60
3.2	ML	CONDUCTOR DE TIERRA Conductor de cobre desnudo, de 35 mm ² .	195,00	4,92	959,40
3.3	UD	PUESTA A TIERRA DE SOPORTE Puesta a tierra de soporte de luminaria mediante conductor verde-amarillo de Cu H07Z1-K de 16mm ² , en instalación bajo tubo y terminal de acero inoxidable en soporte, incluso bornes y conectores adecuados, colocación de grasa aislante en uniones marca DNESO o similar, accesorios y mano de obra	8,00	30,63	245,04
TOTAL CAPITULO 3					1283,04

No	Ud.	Descripción	Medición	Precio Ud.	Importe
CAPITULO 4.- INSTALACIÓN PUNTOS DE LUZ					
4.1	UD	DESMANTELAMIENTO Desmantelamiento y retirada de instalación de alumbrado existente, dentro del ámbito de actuación, consistente en: - Desconexión de cables de luminarias y derivaciones en arquetas - Desinstalación de luminarias y soportes de alumbrado - Eliminación de cajas de registro, bornes, anclajes y soportes, etc... - Traslado a vertedero controlado, incluso canon			
			1,00	1000,00	1000,00
4.2	UD	COLUMNAS Y LUMINARIAS Aporte e instalación de columna realizada en acero al carbono, modelo Escofet WIDE 7/5, con dos brazos a 5m y 7m de altura, incluyendo la instalación de luminaria de 25w y 75w en dichos brazos. Incluye cofret con fusibles de 6A			
			8,00	1684,00	13472,00
4.3	UD	BORNAS DE DERIVACIÓN Aporte y colocación de borna estanca para derivación en instalación enterrada incluso accesorios, pequeño material y mano de obra de colocación.			
			8,00	4,00	32,00
4.4	UD	CABLEADO INTERIOR Ejecución de cableado desde caja de fusibles hasta luminaria con conductores Cu RZ1-K 0,6/1kV 3x2,5mm ² , instalados en soporte de luminaria, incluso accesorios de anclaje, medios auxiliares y conexionado.			
			8,00	80,39	643,12
4.5	UD	DOCUMENTACIÓN Preparación de toda la documentación de obra de la instalación de alumbrado, estimando que no es preceptiva la preparación de proyecto eléctrico.			
			1,00	200,00	250,00
4.5	UD	TRAMITACIÓN Tasas administrativas de Industria y gestión documental de registro en OCA de los certificados de la instalación, estimando que no es de aplicación el Reglamento de Eficiencia Energética, y que no es preceptiva inspección de OCA			
			1,00	60,00	60,00
TOTAL CAPITULO 4					15457,12

No	Ud.	Descripción	Medición	Precio Ud.	Importe
		CAPITULO 1 : INSTALACIÓN CUADRO CONTROL			280,38
		CAPITULO 2 : INSTALACIÓN LÍNEA ALIMENTACIÓN			28622,99
		CAPITULO 3 : PUESTA A TIERRA			1283,04
		CAPITULO 4 : INSTALACIÓN PUNTOS DE LUZ			15457,12
		TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL			45643,53
		IVA 21%			9585,14
		TOTAL PRESUPUESTO			55228,67

El presupuesto previsto para la ejecución de la instalación asciende a la cantidad de cincuenta y cinco mil doscientos veintidós euros con sesenta y siete céntimos.

14. Planos

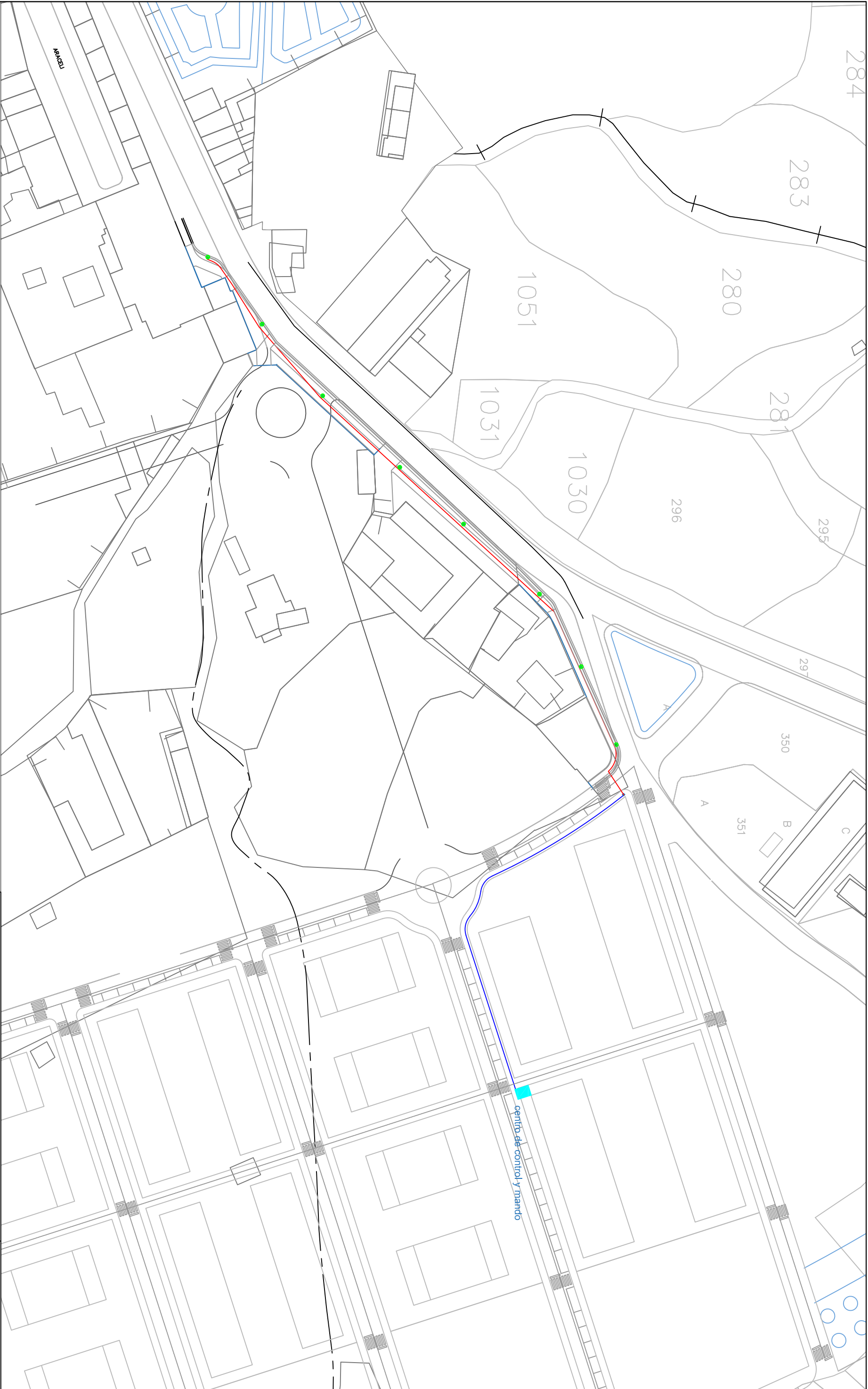
Al presente Estudio le acompañan los planos que se relaciona a continuación:

- Plano 1. Plano de trazado de línea B.T.
- Plano 2. Plano de arquetas

Pamplona, Julio de 2017

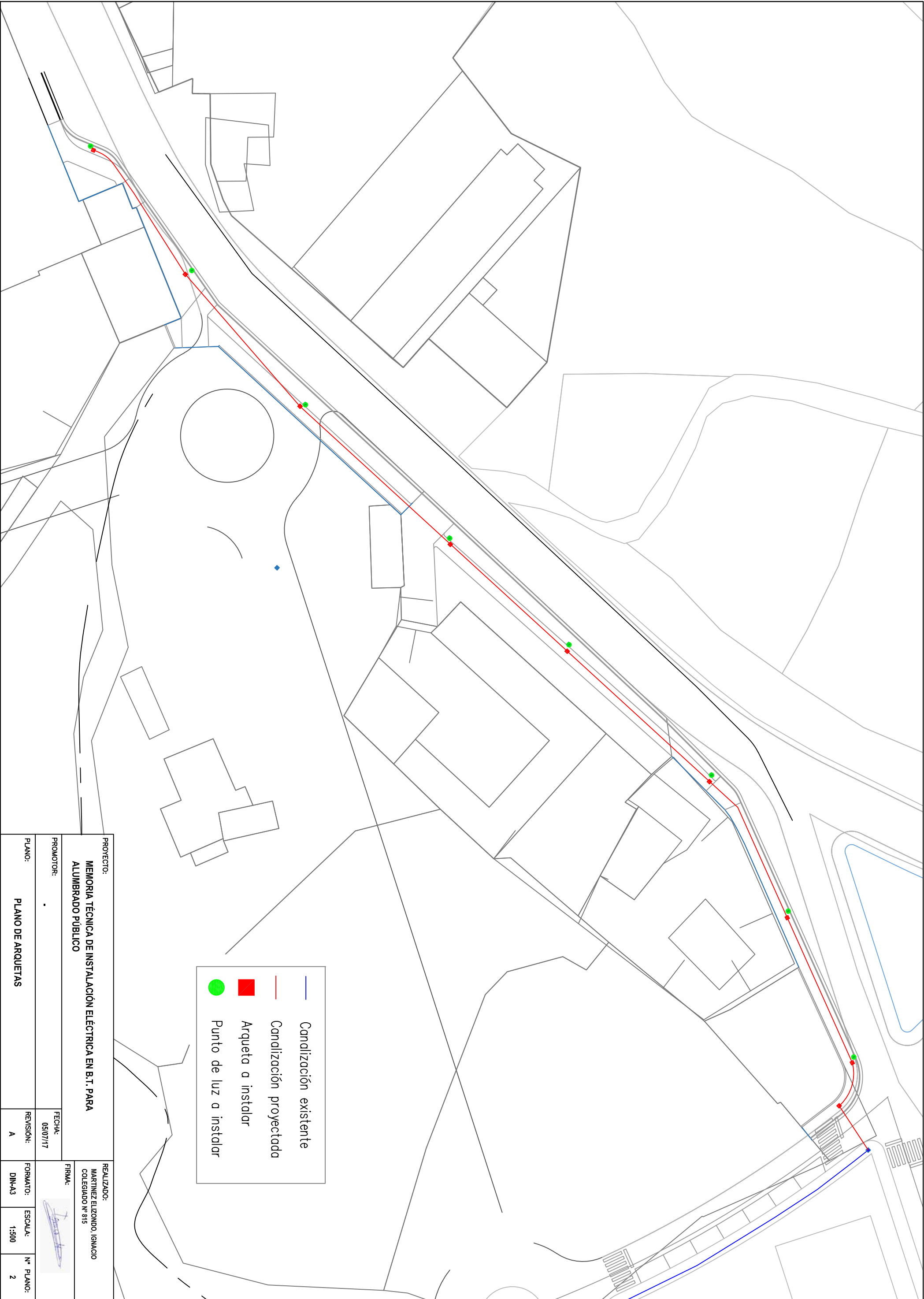


Fdo.: Ignacio Martínez Elizondo
Ingeniero Industrial
Colegiado nº 815



PROYECTO:		REALIZADO:	
MEMORIA TÉCNICA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN B.T. PARA		MARTÍNEZ ELIZONDO, IGNACIO	
ALUMBRADO PÚBLICO		COLEGiado N° 815	
PROMOTOR:	-	FECHA:	05/07/17
PLANO:	PLANO DE TRAZADO DE LÍNEA B.T.	REVISIÓN:	A
		FORMATO:	DIN-A3
		ESCALA:	1:1000
		N° PLANO:	1

FIRMA:



ANEJO E: RELACIÓN DE PARCELAS AFECTADAS