

MEMORIA

PROYECTO

1ª FASE

**PROYECTO DE
URBANIZACIÓN
SUS(s)-5 "VP"**

SITUACIÓN

Calle Calvario

SAYALONGA (MÁLAGA)

PROMOTOR:

**EXCMO. AYUNTAMIENTO DE
SAYALONGA**

EXPEDIENTE: SEPTIEMBRE 2016

FECHA: SEPTIEMBRE 2016

EQUIPO REDACTOR:

Autor:

Manuel J. Medina Arrabal, arquitecto

María Piedad Medina Ortega, arquitecta

Estudio : C/ Cruz Nº 64 Nerja, (MÁLAGA)

Tfn : 952.52.61.27, fax 952.52.74.57

ÍNDICE

MEMORIA GENERAL 4

ANTECEDENTES	4
OBJETO DEL PROYECTO	4
TÉCNICOS INTERVINIENTES	4
JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA	4
MARCO LEGAL	4
NORMATIVA APLICADA	5
BASE CARTOGRÁFICA	6
CONSIDERACIONES GEOTÉCNICAS	6
OCUPACIÓN DE TERRENOS Y SERVICIOS AFECTADOS	6
CONSIDERACIONES AMBIENTALES	6
CLIMATOLOGÍA	6

DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS 7

EXPLANACIONES	7
RED DE SANEAMIENTO Y PLUVIALES	7
RED DE ABASTECIMIENTO	8
RED DE ALUMBRADO PÚBLICO	8
RED DE BAJA TENSIÓN	8
RED DE TELEFONÍA	8
PAVIMENTACIÓN	9
JARDINERÍA	9
RELACIÓN ENTRE SERVICIOS	10

ANEJOS A LA MEMORIA 11

ACCESIBILIDAD Y ELIMINACIÓN DE BARRERAS ARQUITECTÓNICAS	11
<i>Objeto</i>	11
<i>Relación De Medidas Adoptadas</i>	11
<i>Medidas:</i>	11
CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA	11
PLAZOS	11
OBRA COMPLETA	11
PLAN DE OBRA.	12
ANEJO ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	12
PROGRAMA DE TRABAJOS	12

MEMORIA JUSTIFICATIVA 13

ANEJO Nº 1 CÁLCULO DE LA RED DE ABASTECIMIENTO Y RIEGO	13
<i>Memoria de cálculo.</i>	13
<i>Datos previos.</i>	14
Condiciones del suministro	14
Consumos	14
Tipo de aparato	15
<i>Depósitos o suministros de la red.</i>	16
<i>Velocidad en las conducciones.</i>	16
<i>Presiones en los consumos.</i>	16
<i>Conducciones.</i>	17
<i>Materiales.</i>	17
Material	17
Diámetros.	18
<i>Consideración de elementos especiales.</i>	18
<i>Excavaciones.</i>	18
Características del terreno.	18
Talud	18
Distancia lateral	18
Ancho mínimo	18
Lecho	18
Relleno	18
Medición.	18
Cota del nudo	18
Cota del terreno	18
Cota de la rasante	18
<i>Limitaciones.</i>	19

<i>Cálculo.</i>	19
<i>Formulación</i>	19
<i>Resolución del sistema mallado</i>	20
ANEJO 2 CÁLCULO DE LA RED DE SANEAMIENTO	21
<i>Memoria de cálculo.</i>	21
<i>Datos previos.</i>	21
Condiciones de recogida	21
Caudales recogidos por la red	21
Tipo de aparato	22
<i>Vertederos.</i>	23
<i>Sistemas de evacuación.</i>	23
<i>Velocidad en las conducciones.</i>	24
<i>Conducciones.</i>	24
<i>Materiales.</i>	24
<i>Geometría.</i>	25
<i>Diámetros.</i>	25
<i>Excavaciones.</i>	25
Características del terreno.	25
Talud	25
Distancia lateral	25
Ancho mínimo	25
Lecho	25
Relleno	25
Medición.	25
Cota del terreno	25
Cota de la rasante	25
Profundidad de enterramiento de la conducción	25
Profundidad del pozo	25
Limitaciones.	26
<i>Cálculo.</i>	26
Fórmula de Manning-Strickler	27
ANEJO 3 CÁLCULO DE LA RED DE PLUVIALES	27
<i>Datos iniciales</i>	27
<i>Coefficiente de escorrentía</i>	27
<i>Intensidad de lluvia</i>	28
<i>Caudales de cálculo</i>	28
<i>Secciones de CÁLCULO</i>	28
ANEJO Nº 4 CÁLCULO DE LA BAJA TENSIÓN	29
<i>Datos previos</i>	29
Condiciones del suministro	29
Consumos	29
Concepto	29
Suministros de la red.	30
Intensidad en los conductores.	30
Tensión en los consumos.	30
Cables.	30
Material conductor.	30
Aislamiento.	30
Secciones.	31
<i>Cálculo.</i>	31
Cálculo eléctrico en régimen permanente	31
Cálculo de la corriente máxima de cortocircuito	32
Cálculo de la corriente de cortocircuito	32
Cortocircuito en bornes del primario del transformador	33
Cortocircuito en los bornes de secundario del transformador	33
Resolución del sistema mallado.	34
ANEJO 5. ALUMBRADO PÚBLICO	35
FUNCIONES DE LA RED DE ALUMBRADO	35
JUSTIFICACIÓN DE LA RED DE ALUMBRADO	35
<i>definiciones</i>	35
<i>Condiciones de trazado.</i>	35
ALUMBRADO DE EXTERIORES	37
<i>Luminarias.</i>	37

<i>Materiales.</i>	37
Fuentes luminosas	37
Condensadores	39
Luminarias.	39
Soportes.	39
Conductores	40
PROTECCIONES	40
CÁLCULOS	41
ANEJO 6. PAVIMENTACIÓN	42
ANEJO 7. CUBICACIÓN DE VIALES	42
DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO	44
<i>Documento nº 1. MEMORIA Y ANEJOS</i>	44
1. MEMORIA DESCRIPTIVA	44
2. ANEJOS A LA MEMORIA	44
3. MEMORIA JUSTIFICATIVA	44
4. ANEJO ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.	44
<i>Documento nº 2. PLANOS</i>	44
1. Situación Provincia, Foto aérea, PGOU-AP y municipio.	44
3. Fincas Iniciales, Topográfico Actual y Edificaciones Existentes	44
4. Ordenación que desarrolla.	44
04. Viales, Geometría y Replanteo.	44
05. Perfil Longitudinal Eje 1 y Eje 2	44
06. Perfil Transversal Eje 1	44
07. Perfil Transversal Eje 2	44
08. Red de Abastecimiento y riego Existente	44
09. Red de Saneamiento y Pluviales Existente	44
10. Red de Alumbrado Público Existente	44
11. Red de Baja Tensión Existente	44
12. Red de Telefonía Existente	44
13. Red de Abastecimiento y riego (Existente – Proyecto)	44
14. Red de Saneamiento y Pluviales (Existente – Proyecto)	44
15. Red de Alumbrado Público (Existente – Proyecto)	44
16. Red de Baja Tensión (Existente – Proyecto)	44
17. Red de Telefonía (Existente – Proyecto)	44
18. Plano de Señalización	44
19. Jardinería	44
20. Jardinería en Zonas Verdes	44
21. Secciones Transversales de Zonas Verdes	44
22. Longitudinal red de Saneamiento	44
23. Relación entre Redes	44
24. Sección Tipo de Viales	44
25. Detalles de Saneamiento	44
26. Detalles de Abastecimiento	44
27. Detalles de Baja y Media Tensión	44
28. Detalles de Alumbrado Público	44
29. Detalles de Telefonía	44
<i>Documento nº 3. PLIEGO DE CONDICIONES.</i>	44
1. Prescripciones Generales	44
2. Condiciones de los materiales	44
3. Condiciones Generales de ejecución	44
4. Medición y Abono de las Obras	44
<i>Documento nº 4. PRESUPUESTO</i>	44
1. Presupuesto y Mediciones	44
2. Resumen del presupuesto	44

MEMORIA GENERAL

ANTECEDENTES

Se realiza el presente proyecto por encargo del Ayuntamiento de Sayalonga a instancias de los **Propietarios del SUS(s)-5 "VP"** con domicilio para notificaciones en Plaza Rafael Alcoba, Sayalonga, Málaga, como propietarios y promotores de las parcelas en la zona de actuación SUS(s)-5.

La actuación se desarrolla dentro del SUS(s)-5 "VP", del PGOU-AP a la LOUA de las NNSS de Sayalonga, en la zona de Calle Calvario, Sayalonga, tras división en dos sectores el SUS(s)-5 mediante el documento del Plan Parcial. Esta actuación dota de las infraestructuras necesarias, y conecta el sector con el núcleo urbano.

Los terrenos donde se realizará la actuación aparecen actualmente como suelo urbanizable sectorizado, con algunas edificaciones, y con una superficie de actuación de 4.182,83 m².

OBJETO DEL PROYECTO

Este proyecto define las obras necesarias para la construcción y dotación de infraestructuras necesarias de los viales según las alineaciones definidas en el Plan Parcial del SUS(s)-5, sector SUS(s)-5 "VP", dotándolo de las instalaciones necesarias requeridas a tal efecto como son instalaciones de agua potable, red de alcantarillado, red de pluviales, alumbrado público, baja tensión, telefonía y pavimentación.

La conexión de todas las redes con el sistema general del que se sirve se hace subterránea, de forma que el impacto sea el mínimo posible.

TÉCNICOS INTERVINIENTES

Los técnicos autores del presente proyecto son don Manuel Medina Arrabal, arquitecto, y doña María Piedad Medina Ortega, arquitecto.

JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

La solución propuesta se enmarca dentro del SUS(s)-5 "VP", del PGOU-AP a la LOUA de las NNSS de Sayalonga, según las alineaciones y rasantes definidas en estas y el Plan Parcial desarrollado, dotándolo de las instalaciones necesarias requeridas a tal efecto como instalaciones de agua potable, red de alcantarillado, red de pluviales, alumbrado público, baja tensión, telefonía y pavimentación, completando la trama de viario de la zona, dando acceso rodado con las infraestructuras necesarias a los solares definidos en el sector, según las previsiones y consideraciones que ha realizado el Ayuntamiento de Sayalonga, desarrolladas en el Plan Parcial del SUS(s)-5, sector SUS(s)-5 "VP".

La calle Calvario, que pertenece al sector se encuentra dotada de las infraestructuras necesarias puesto que se realizó una mejora y ampliación de las mismas a través la urbanización realizada con las subvenciones del programa de transición al empleo de la Junta de Andalucía, DL 2/2008 de 9 de Diciembre de 2008. En lo que se refiere a las instalaciones, este proyecto de urbanización se va a encargar de la ejecución de las dos nuevas calles del sector.

MARCO LEGAL

Los proyectos de urbanización son proyectos de obras que tienen por finalidad llevar a la práctica las previsiones y determinaciones de los instrumentos de planeamiento, y se desarrollan según las determinaciones contenidas en la normativa LOUA, Arts. 98, 99 y 113 y Reglamento de Planeamiento, Arts. 67, 68, 69, 70.

NORMATIVA APLICADA

Debido a las obras que en el proyecto se recogen, se actúa en consonancia con las normativas específicas de cada instalación de las empresas suministradoras y las propias de la normativa de urbanización del PGOU-AP a la LOUA de las NNSS de **Sayalonga**, y las previsiones del servicio técnico del Ayuntamiento.

Abastecimiento.

- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Abastecimiento de agua, aprobado por O.M. de 28 de Julio de 1.974 (B.O.E. nº 2. 236 y 237 de 2 y 3 de Octubre de 1.974).
- Orden del 28-7-74. Tuberías de abastecimiento. BOE – 02-107403-10-74. Corrección de errores: 30-10-74.
- Orden del 22-9-86. proyectos de abastecimiento de agua y saneamiento de poblaciones.
- RD. 927/1988 por el que se aprueba el Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidráulica, con desarrollos de los Títulos II y III de la Ley del Agua (sobre la calidad exigida a las aguas que se emplearán como potables). BOE. 31-4-88 y 29-9-88.
- RD. 1138/1990, por el que se aprueba la Reglamentación técnico sanitario para abastecimiento y control de aguas potables para el consumo público. BOE: 20-9-90 y 24-10-90.

Saneamiento.

- Orden del Ministerio de la Vivienda del 31-07-73 NTE-ISS: instalación de evacuación de salubridad: saneamiento del edificio.
- Orden del M.O.P.U. del 14-4-80. Regula medidas para corregir y evitar la contaminación de las aguas
- RD. 849/86 M.O.P.U. DEL 11-4-86. Ley del Agua. Tit.3cap2: vertidos, deroga apartado 2º anexo RD 2473/85
- Ley 23/86 JE del 2-8-86 Ley de Costas, cap. 4 secc 2ª: vertidos en subsuelos, cauce, balsas.
- Orden del M.O.P.U. del 15-9-86 Pliego de Prescripciones Técnicas de tuberías de saneamiento de poblaciones.
- Orden del M.O.P.U. del 12-11-87. Reglamento dominio público hidráulico. Vertidos residuales.

Red de baja tensión.

- Reglamento del Ministerio de Industria para Instalaciones eléctricas de Baja Tensión. Decreto 842/2002 de 02 de Agosto (B.O.E. nº 224 de 18 de Septiembre).
- Instrucciones Complementarias MIE-BT al anterior Reglamento por O.M. de 31 de Octubre de 1.973 (B.O.E. nº 310 de 27 de Diciembre de 1.973), así como sus modificaciones posteriores.
- Real Decreto 2949/82 de 15 de octubre de 1982 por el que se aprueba el reglamento sobre acometidas eléctricas.
- Normas técnicas de construcción y montaje de las instalaciones eléctricas de distribución de Sevillana de Electricidad.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas.

Alumbrado público.

- Decreto 2413/1973 de 20 Septiembre por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico De Baja Tensión.
- Real Decreto 2642/1985 de 18 de Diciembre de 1985 por el que se aprueban las "especificaciones técnicas de los candelabros metálicos (báculos y columnas de alumbrado exterior y señalización de tráfico) y su homologación.
- NTE-IER. Instalaciones para suministro y distribución de energía eléctrica a polígonos o zonas residenciales.
- Normas técnicas de construcción y montaje de las instalaciones eléctricas de distribución de Sevillana de Electricidad.

Telefonía.

- Ley 32/92 del 3 de Diciembre de ordenación de telecomunicaciones.
- Ley 42/1995 de 22 de Diciembre de 1995 de telecomunicaciones por cable.
- Redes telefónicas en urbanizaciones y polígonos industriales (norma NP-PI-001 Agosto de 1991)
- Canalizaciones subterráneas en urbanizaciones y polígonos industriales (norma NT.f1.003 Mayo de 1993)

Pavimentación.

- PG 4/88 Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes. Con las rectificaciones de las O.M. 8.5.89 (BOE 118-18.5.89) y O.M. (24-2-9.10.89)
- 6.1. y 2-IC Instrucción de Carreteras, Norma 6.1 y 2-IC: Secciones del firme.

Otras normativas aplicadas.

- Ley de Contratos del Estado. Texto articulado, aprobado por Decreto 02/2000 de 16 de Junio (B.O.E. de 21 de Febrero de 2000).
- Reglamento General de Contratación para aplicación de dicha ley, aprobado por Decreto 3354/1.967 de 28 de Diciembre (B.O.E. nº 27, 28 y 29 de 31 de Enero y 1 y 2 de Febrero de 1.968).
- Pliego vigente de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado Decreto 3854/1.970 (B.O.E. nº 40 de 16 de Febrero de 1.974).
- Instrucción de Hormigón estructural (EHE), aprobada por Real Decreto 2661/1998.

Disposiciones referentes a la seguridad e higiene en el trabajo, vigentes.

- La Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. de 9-03-1971)
- Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo en la Industria de la Construcción (O.M. de 20-03-1952)

Asimismo queda obligado el Contratista al cumplimiento de toda la legislación vigente sobre protección a la Industria Nacional y Medio Ambiente.

De todas las normas tendrá valor preferente, en cada caso, la más restrictiva.

Todas las disposiciones anteriores se complementarán, si ha lugar, con las especificadas contenidas en el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

BASE CARTOGRÁFICA

Se ha utilizado una cartografía digital obtenida a partir de levantamiento planimétrico mediante vuelo aéreo con restitución posterior, obteniendo la cartografía digital con curvas de nivel cada metro.

CONSIDERACIONES GEOTÉCNICAS

Se considera innecesario hacer un estudio geotécnico en la zona de actuación, debido al tipo de actuación proyectada, y a la experiencia de otras obras de urbanización ejecutadas en la zona.

El tipo de terreno existente en la zona a visu, son un manto de tierra vegetal sobre suelos calcoarcillosos.

De cualquier forma nos encontramos materiales suficientemente competentes que además han probado su buena funcionalidad, porque han sido base de pavimentos que llevan largo tiempo en servicio.

OCUPACIÓN DE TERRENOS Y SERVICIOS AFECTADOS

Los terrenos ocupados por la actuación pertenecen a varios propietarios. Una vez realizada la urbanización, ésta será cedida al Excmo. Ayuntamiento de Sayalonga.

No existen servicios afectados.

CONSIDERACIONES AMBIENTALES

El sector SUS(s)-5 cuenta con estudio de impacto ambiental realizado para la MPE paralela al PGOU-AP a la LOUA de las NNSS que clasificaba este suelo.

Hay que tener en cuenta que previo al comienzo de las obras de urbanización, se dará cumplimiento de la condición 4ª del informe de valoración ambiental de la MPE del SUS(s)5 de fecha 25 de enero de 2010.

"Deberán aplicarse medidas para evitar daños a la población del camaleón común, realizando antes del inicio de las obras por personal cualificado una campaña de búsqueda, captura y translocación de los ejemplares encontrados".

Tras dicha campaña se realizará un informe de los resultados y se remitirá a la delegación territorial de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.

CLIMATOLOGÍA

La climatología es la típica de la zona Mediterránea en Málaga, clima Mediterráneo subtropical, con temperaturas suaves, tanto en invierno como en verano, con una media anual de 18.7º C, elevado número de días despejados (2.980 horas anuales de Sol) y humedad relativa media del 67%.

Tales características climáticas son idóneas para un hábitat residencial privilegiado y de muchas especies vegetales. Las precipitaciones son escasas, sobre todo en el verano siendo muy bueno para el turismo, y no tanto para las plantas salvo que se rieguen convenientemente.

DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

EXPLANACIONES

Los trabajos comenzarán con el desbroce, y movimiento de tierras, necesario para la construcción del vial, según planos de replanteo y perfiles longitudinales.

La excavación podrá ser clasificada como excavación en tierra y de terreno de tránsito. Comprenderá la excavación de los materiales formados por rocas descompuestas, tierras muy compactas, y todos aquellos en que para su excavación no sea necesario el empleo de explosivos y sea precisa la utilización de escarificadores profundos y pesados.

Procedimiento:

- Replanteo.
- Trazado de alineaciones.
- Desbroce y acopio del terreno vegetal.
- Excavación.
- Terraplenes y rellenos.
- Compactación

Tras el replanteo se realizan las labores de despeje y desbroce. A continuación se retirará la **capa de tierra y escombros** existente.

Una vez terminadas las operaciones de desbroce del terreno, se iniciarán las obras de excavación, ajustándose a las alineaciones, pendientes, dimensiones y demás información contenida en los Planos, y a lo que sobre el particular ordene **el Director de Obra**.

Si se hubiese previsto la utilización del material procedente de la excavación para la formación de terraplenes, la Dirección de Obra comprobará la idoneidad del mismo, depositándose de acuerdo con lo que se ordene al respecto.

La ejecución de terraplenes incluye las operaciones siguientes:

- Preparación de la superficie de asiento del terraplén.
- Extensión de una tongada (aprox. 50cm).
- Humectación o desecación de una tongada.
- Compactación de una tongada.

Estas tres últimas, reiteradas cuantas veces sea necesario.

RED DE SANEAMIENTO Y PLUVIALES

Las redes de saneamiento y pluviales de los viales de nueva creación (1 y 2) del sector conectan al colector unitario general que pasa por calle Calvario formada por tubería de hormigón Hm Ø1500mm. A este colector se conecta la nueva red unitaria para los nuevos viales a urbanizar. Se proyectan varios ramales de una red unitaria de saneamiento y pluviales en tuberías de PVC corrugado de diámetro interior 300 mm. Se prevén varias acometidas conectando con tubos de PVC de diámetro 200 mm.

La **red de unitaria** está compuesta por tubería de PVC de diámetro interior 300mm. A ésta se conectarán las acometidas domiciliarias realizadas a través de una canalización de PVC de diámetro 200mm.

Se construyen las conducciones de la red de saneamiento de PVC no plastificado de los diámetros especificados en los planos. En cualquier caso se cumplirán las indicaciones al respecto que figuran en el Pliego de Prescripciones Técnicas.

Las velocidades máximas y mínimas que se establecen en la red responden a una serie de condiciones:

Velocidad mínima de 0,5 m/s con el fin de evitar sedimentaciones que originarían obstrucciones de la tubería con el consiguiente problema de higiene.

Velocidad máxima de 5 m/s que evita la erosión del conducto.

Donde se establece una pendiente mínima del 0,5% y máxima del 25%.

Los pozos de registro se construirán en obra. Serán de hormigón prefabricado y de las dimensiones que se especifican en los planos. El hormigón utilizado será del tipo HM-20. Sus dimensiones permiten el acceso para limpieza y eventual reparación de las conducciones. Las tapas serán de fundición para soportar un eventual paso de tráfico rodado.

La acometida domiciliaria será de ladrillo revocado y enlucido.

RED DE ABASTECIMIENTO

Se proyecta la red en tubería de Polietileno de alta densidad de 10 atm con los diámetros especificados en los planos.

La red de abastecimiento de agua potable se conecta a la red de abastecimiento general que discurre anexa por la calle Calvario hasta la carretera existente y de aquí al depósito de agua general.

La red funcionará en todo su recorrido en presión.

No es necesaria la colocación de ventosas puesto que las acometidas realizarán su cometido y además, en la parte de trazado que nos afecta, la red no tiene cambios del signo de la pendiente.

Los elementos de corte serán válvulas compuerta.

La red proyectada se ha dimensionado con las previsiones del Ayuntamiento de Sayalonga, para posibles ampliaciones, con diámetros superiores a los estrictamente necesarios, pero cumpliendo con las necesidades de caudal y presión requeridas.

RED DE ALUMBRADO PÚBLICO

En los viales se proyecta una red bilateral al trebolillo en las calles 1 y 2 a urbanizar formada por luminaria clásica de 3,5 m de altura distanciada entre sí según planos, dotando un servicio de alumbrado adecuado según tipo de viales existentes.

En la zona verde se proyecta una red formada por luminaria clásica formada por columna de poliamida reforzada de 3,5 m y farol de poliamida reforzada, distanciadas entre sí 15 m, (según planos), con lámpara de vapor de sodio de 150 W, para dotar un servicio de alumbrado público adecuado a la zona proyectada.

Esta instalación va provista de elementos de corte y protección similares a los de la red de baja tensión.

El cableado discurrirá dentro de 1 tubo de polietileno corrugado de 110 mm de diámetro con las arquetas necesarias. Las conducciones dispondrán en su interior, de alambres galvanizados de 2 mm de espesor, para facilitar la introducción posterior de los cables.

La canalización deberá de ir con refuerzo de hormigón cuando discurra por la calzada, según plano de detalles.

La conexión se realizará al nuevo cuadro de control y mando junto al centro médico.

El esquema de alimentación es cuatripolar sin cambios de sección por línea.

Se dispondrá de una red equipotencial de 16mm, uniendo las picas de puesta a tierra de las farolas.

Los báculos y luminarias serán de color de igual RAL, según características definidas en el plano de detalles.

RED DE BAJA TENSIÓN

Se realiza la conexión a la red existente, tal y como se contempla en los planos.

La red discurre enterrada bajo 2 tubos de diámetro 160 mm de PVC y recorriendo los viales.

Los tubos en los que se alojan los conductores serán de PVC de 160 mm de diámetro interior, apoyadas y recubiertas de arena en su tránsito por las aceras y protegidas con hormigón tipo Hm-20 en la calzada.

Dispondrán en su interior, de alambres galvanizados de 2 mm de espesor, para facilitar la introducción posterior de los cables. En los puntos de cambio de alineación, en las derivaciones y en los tramos rectos con separación máxima de 40 metros, se han previsto arquetas, del denominado tipo A-1 por la compañía suministradora.

RED DE TELEFONÍA

Los ramales principales se han proyectado con dos tubos de PVC de 110 mm y otros dos de 63mm soterrados, con protección de hormigón y arquetas tipo H y M según denominación por la Compañía Telefónica.

Los ramales secundarios terminan normalmente en arquetas de acometida de 0,60 x 0,60 m. y se accede a ellas por medio de conducción doble de PVC de 63 mm. Protegida con hormigón. Estos ramales y las arquetas vienen definidos en el plano correspondiente. Las conducciones dispondrán en su interior, de alambres galvanizados de 2 mm de espesor, para facilitar la introducción posterior de los cables.

PAVIMENTACIÓN

Se ha proyectado un **firme**, según las especificaciones de los técnicos y de la Normativa vigente en Sayalonga constituido por:

Vial local, (firme asfáltico)

- Explanada E3, con terreno compactado.
- Como **capa de base** se ha adoptado **25 cm. de zahorra artificial ZA-25** compactada hasta el 95 % de la correspondiente al Ensayo Proctor Modificado.
- Como capa intermedia **6cm de MBC G-20**, mezcla bituminosa en caliente tipo G-20.
- Como capa de rodadura **4 cm de MBC D-20**, mezcla bituminosa en caliente tipo D-20.

Este tipo de firme, habida cuenta de la calidad del terreno existente en la urbanización (al que se le puede asignar un índice C.B.R. comprendido entre 10 y 20, y a las características del tráfico que la va a utilizar, puede asegurársela una perfecta funcionalidad, que por lo demás está perfectamente sancionada por el uso de firmes semejantes en urbanizaciones de la zona.

Los aparcamientos se construirán con Hormigón Hm-20 = 20 cm, sobre una Explanada E3, con terreno compactado.

El **pavimento de aceras** se ha previsto con hormigón impreso formada por HM-20/P/20 de 10 cm de espesor, armado 0,6 Kg/m³ de fibras de polipropileno, terminada con impresión "in situ" sobre el hormigón fresco, con formación y sellado de juntas, que se pondrá en obra sobre terreno natural o terraplén rasanteado y compactado con una densidad superior al 95 % de la correspondiente al ensayo Proctor Modificado.

Limitando las aceras se ha previsto bordillo de hormigón achaflanado de 28 x 15 cm asentado sobre hormigón tipo Hm-20.

En los **vados de peatones** y de entrada de vehículos se rebajará la acera colocando acerado abotonado o con más rugosidad, dejando un desnivel del bordillo de 4cm.

PROCESO CONSTRUCTIVO:

FIRMES DE ASFALTO
Levantado de firme anterior Explanacion (desmante o terraplén) de viales Rasanteo y compactacion hasta 95% Proctor del terreno natural Subbase : Explanada E3 Base: zahorra artificial Riego de imprimacion Capa intermedia: mezcla bituminosa en caliente tipo G-20 Riego de adherencia Capa de rodadura : mezcla bituminosa en caliente tipo S-20

JARDINERÍA

Se urbanizará la zona verde, con las infraestructuras necesarias tanto de riego, alumbrado, y pavimentación, según zonas definidas en el plano de jardinería. Donde se especifica materiales, pavimentaciones, arbolado, bordillos, etc., con la situación concreta de sus elementos y los detalles necesarios para su correcta ejecución.

Se definen las distintas zonas verdes existentes, según las necesidades del Ayuntamiento.

En aplicación de la normativa sectorial, las especies que lo requieran deberán de ir provistas del correspondiente pasaporte fitosanitario.

RELACIÓN ENTRE SERVICIOS

En lo que respecta a su **posición** con respecto a los servicios de nueva implantación se respetarán las siguientes **distancias**:

Distancia HORIZONTAL / VERTICAL (cm)

	Abastecimiento		Saneamiento		Baja Tensión		Alumbrado Público		Telefonía	
	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V
Abastecimiento	X	X	60	50	20	20	20	20	20	20
Saneamiento	60	50	X	X	20	20	20	20	20	20
Baja Tensión	20	20	20	20	X	X	20	20	20	20
Alumbrado Público	20	20	20	20	20	20	X	X	20	20
Telefonía	20	20	20	20	20	20	20	20	X	X

ANEJOS A LA MEMORIA

ACCESIBILIDAD Y ELIMINACIÓN DE BARRERAS ARQUITECTÓNICAS

OBJETO

El presente proyecto se ajusta a lo especificado en el Reglamento que regula las Normas para la Accesibilidad en las Infraestructuras, el Urbanismo, la Edificación y el Transporte en Andalucía, publicado por el BOJA del día 21 de Julio de 2009.

RELACIÓN DE MEDIDAS ADOPTADAS

Hemos adoptado las siguientes medidas, para conseguir itinerarios adaptados de peatones, en la red de caminos del parque, de acuerdo con los siguientes puntos:

- Ancho de paso mínimo y en cambios de dirección.
- Espacio para maniobras.
- Pendiente longitudinal máxima.
- Pendiente transversal máxima.
- Altura libre mínima.
- Altura de aceras.
- Puertas de acceso.
- Barandillas.

MEDIDAS:

- La anchura mínima libre de obstáculos en todo el recorrido es de 1,50m.
- Todo sendero deberá disponer, al menos, de una franja de paso de anchura, no inferior a 0,90m, libre de obstáculos y con retranqueos, de anchura mínima 1,80m, situados a distancias no superiores a 50m, con un mínimo de un retranqueo por cada tramo de recorrido.
- En los cambios de dirección, la anchura mínima libre se aumenta hasta 1,10m cuando se amplíe para los dos lados y hasta 1,20m cuando se haga hacia uno de ellos.
- El espacio para efectuar giros con silla de ruedas permitirá incluir un círculo de 1,50m.
- La pendiente longitudinal máxima será del 10%.
- La pendiente máxima transversal será del 2%.
- La altura mínima libre de obstáculos en todo el recorrido es de 2,50m.
- Las puertas de acceso a los recintos tendrán una anchura mínima de 0,80m y se abrirán con pomo tipo maneta o barra. Se podrá inscribir un círculo de 1,50m de diámetro en el espacio no barrido por la abertura de una puerta.

CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

Dada la naturaleza de las obras previstas, su duración y entidad, se recomienda que no sea exigida clasificación al Contratista. Salvo que sea fijado de forma diferente en el Pliego de Cláusulas Administrativas que sirva para la contratación de la obra.

PLAZOS

El plazo previsto para la ejecución de las obras será de **4 MESES**, siendo el plazo de garantía de la obra de 1 AÑO, contado a partir de la fecha de recepción provisional.

No se considerará revisión de precios para este proyecto, debido al importe del mismo y a su plazo de construcción, salvo que sea fijado de forma diferente en el Pliego de Cláusulas Administrativas que sirva para la contratación de la obra.

OBRA COMPLETA

Las obras contenidas en este proyecto recogen una obra completa, no formando parte de ninguna obra mayor, pudiendo ser utilizada en su totalidad desde el momento de su terminación.

PLAN DE OBRA.

En cumplimiento del Artículo 63 del Reglamento General de Contratación del Estado, en este anejo se incluye la programación de las obras. (Pagina siguiente).

ANEJO ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Será el correspondiente del apartado Estudio de Seguridad y Salud, en cumplimiento con el Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud.

PROGRAMA DE TRABAJOS

PROGRAMA DE TRABAJOS			OBRA: <u>Proy Urbaniz SUS(s)-5 "VP" Sayalonga, Málaga</u>																		
PLAZO DE EJECUCION			MES 1				MES 2				MES 3				MES 4						
CAP	ACTIVIDADES	PRESTO	s1	s2	s3	s4	s1	s2	s3	s4	s1	s2	s3	s4	s1	s2	s3	s4			
C 1	EXPLANACIONES		←-----→																		
	PEM	10.910,59 €	7.273,73				3.636,86														
C 2	SANEAMIENTO Y PLUVIALES						←-----→														
	PEM	18.002,16 €					18.002,16														
C 3	ABASTECIMIENTO						←-----→														
	PEM	7.460,89 €					7.460,89														
C 4	ALUMBRADO PUBLICO										←-----→										
	PEM	0,00 €									0,00										
C 5	BAJA TENSION Y MT										←-----→										
	PEM	0,00 €									0,00		0,00								
C 6	TELEFONIA										←-----→										
	PEM	0,00 €									0,00		0,00								
C 7	PAVIMENTACION														←-----→						
	PEM	7.542,22 €													2.514,07		5.028,15				
C 8	JARDINERIA														←-----→						
	PEM	0,00 €													0,00						
C 9	SEÑALIZACION																		←-----→		
	PEM	0,00 €																	0,00		
C 10	VARIOS		←-----→																		
	PEM	559,63 €	139,91				139,91				139,91				139,91						
C 11	SEG Y SALUD		←-----→																		
	PEM	700,10 €	175,03				175,03				175,03				175,03						
TOTAL PEM		45.175,59 €	7.588,66 €				29.414,85 €				2.829,01 €				5.343,08 €						
TOTAL PEC		65.048,34 €	10.926,91 €				42.354,44 €				4.073,49 €				7.693,50 €						

MEMORIA JUSTIFICATIVA

Los cálculos de las redes de abastecimiento, saneamiento, pluviales, baja tensión y alumbrado público se realizan con el programa **Cype Infraestructuras Urbanas**, el cálculo de iluminación con el programa **ATP iluminación**, y las rasantes, secciones y cubicación con el programa **MDT de Topografía y Viales**.

ANEJO Nº 1 CÁLCULO DE LA RED DE ABASTECIMIENTO Y RIEGO

MEMORIA DE CÁLCULO.

La red proyectada se ha dimensionado con **las previsiones de la empresa de aguas**, para posibles ampliaciones, con diámetros superiores a los estrictamente necesarios, pero cumpliendo con las necesidades de caudal y presión requeridas. Donde se ha comprobado el correcto funcionamiento de la red con el programa Cype Infraestructuras Urbanas, con las previsiones de consumos que mas adelante se detallan.

El objetivo fundamental del diseño de una red de distribución es hacer llegar el agua a cada punto de consumo.

Es necesario tener en cuenta las siguientes pautas:

- .- Las condiciones de llegada del agua a los puntos de consumo, es necesario respetar una serie de condicionantes, tales como presiones en los consumos o calidad del agua distribuida.
- .- Facilidad de construcción. La utilización de materiales, diámetros y otros elementos fácilmente disponibles en el mercado que se ajusten a las normas tanto en sus dimensiones como en su comportamiento.
- .- Mantenimiento. Conseguir un buen funcionamiento de la instalación para evitar un excesivo y costoso mantenimiento correctivo facilitando el mantenimiento preventivo, es fundamental.
- .- Economía. No sirve tan sólo con hacer que la instalación funcione. Esta debe comportar, además, un coste razonable evitando en lo posible sobredimensionar.
- .- Garantizar una dotación suficiente para las necesidades previstas.
- .- Limitar las presiones de distribución y suministro a unos valores adecuados.
- .- Respetar los principios de economía hidráulica mediante la imposición de unos diámetros mínimos de tuberías a instalar.
- .- Primar la seguridad y regularidad en el servicio de abastecimiento.

Una vez recogidos todos los datos necesarios, se efectúa el cálculo con respecto a la formulación adecuada en cada caso.

El presente proyecto pretende:

Mediante una red ramificada compuesta por tubería de polietileno de alta densidad, abastecer las parcelas a las que va a dar acceso los dos nuevos viales a ejecutar. Esta nueva red conecta con la existente, que discurre por calle calvario de PEAD Ø90mm.

En general existen dos tipos fundamentales de redes de abastecimiento:

Red Ramificada. Tiene forma arbórea. El agua discurre siempre en el mismo sentido. Compuesta por una tubería que forma el tronco, de la cual se van derivando tuberías secundarias y estas a su vez se ramifican también en tuberías terciarias.

Las ventajas de este tipo de red son:

- .- Diseño de la urbanización
- .- Tamaño de la urbanización.
- .- Sencillez de cálculo
- .- Economía de construcción

Los inconvenientes de este tipo de red son:

- .- Una rotura puede cortar el abastecimiento en toda o parte de la red
- .- El agua tiene mayor tiempo de permanencia en los extremos
- .- Necesita diámetros mayores.

Red Mallada. Las tuberías forman una verdadera malla. Tiene todos los circuitos cerrados y la alimentación de las tuberías que la constituyen puede hacerse por sus extremos, de manera que el sentido de la corriente no es forzosamente siempre el mismo.

Las ventajas son:

- .- Libertad en la circulación del agua
- .- Mejor reparto de la presión
- .- Mayor seguridad en la distribución cuando se produce una avería, ya que se crean sectores (mediante llaves de paso), de manera que en caso necesario, se puede quedar fuera de servicio un tramo cualquiera sin afectar al resto.

Los inconvenientes:

- .- Requiere un cálculo más complejo pues es necesario establecer, de antemano y por hipótesis, el sentido de circulación del agua.

DATOS PREVIOS.

Condiciones del suministro

Son necesarios varios datos a la hora de calcular una instalación. Estos datos son, en definitiva, los que marcarán el comportamiento de la misma.

Consumos

Generalmente, éste es el principal condicionante en el funcionamiento de la instalación.

El caudal a suministrar en cada nudo de la instalación suele estimarse en función del tipo de suministro (urbano, industrial, rural...)

En el caso de consumo urbano, se suele ajusta dicho consumo dependiendo del número de habitantes de la ciudad implicada y del tipo de consumo (vivienda, hotel,...)

De forma orientativa, en el siguiente cuadro se muestran los valores habituales para proyectos:

Lugar de consumo	Tipo	Consumo diario
Viviendas	De ciudad pequeña	200 l / hab
	De ciudad mediana	250 l / hab
	De gran ciudad	300 l / hab
	De población rural	150 l / hab
	Rural aislada	500 l / hab
Escuela		60 l / alumno
Hospital		500 l / cama
Cuartel		250 l / hab
Camping		100 l / hab
Oficinas		50 l / hab
Hotel	Según número de estrellas	150 – 300 l / cama
Gimnasio		200 l / hab
Riego de jardines	Zona húmeda	3 l / día / m ²
	Zona seca	6 l / día / m ²

Adicionalmente, hay que tener en cuenta no solo los habitantes actuales de las zonas que se desea urbanizar, sino que también hay que realizar una previsión de un posible crecimiento de la población a la que habrá que abastecer desde la red que se está calculando. De forma orientativa, se puede calcular la población futura como:

$$P = P_a \cdot (1 + \alpha)^t$$

Siendo:

P – la población futura

P_a – población del último censo

α - tasa de crecimiento de la población

t – tiempo transcurrido desde el último censo en años.

Por aparatos instalados, el consumo es:

Tipo de aparato	Caudal en l / s
Boca de incendios equipada	
φ 25 mm	1.67
φ 45 mm	3.00
Hidrante 80 mm	8.33
Hidrante 100 mm	10.00
Boca de riego (φ25 mm)	1.00
Baño	0.30
Bidé	0.10
Ducha	0.20
Fregadero:	
Vivienda particular	0.20
Restaurante / Hotel	0.30
Lavadora automática	0.20
Lavabo:	0.10
Urinario	
Con control	0.10
Flujo continuo	0.05
W.C. :	
Con depósito	0.10
Con fluxor	2.00

Los **caudales calculados** en los nudos de abastecimiento para la red de agua son los mismos que deben aparecer en los caudales aportados a la red de saneamiento, en la hipótesis de aguas negras (fecales) en redes unitarias de saneamiento, o como único aporte en redes separativas. Hay que tener en cuenta que las redes de agua potable deben siempre diseñarse e instalarse por encima de las redes de saneamiento, para evitar contaminación del agua potable en caso de rotura o fuga en las instalaciones de saneamiento.

Una vez determinado el caudal de consumo en cada nudo es necesario introducir una consideración de puntas de consumo. Generalmente, y como recomendación del Ministerio de Fomento en su instrucción para la redacción de proyectos de abastecimiento y saneamiento, se considera el caudal punta obtenido a lo largo de 10 horas como 2.4 veces el caudal considerado en la estimación.

En algunos casos, puede ser interesante el uso de un coeficiente que incremente o reduzca, de forma general, los consumos de una red. De esta forma es posible simular funcionamientos estacionales o con menores ocupaciones. Este coeficiente solo se aplica en el momento de cálculo sobre los caudales consumidos en los nudos.

El caudal medio de la red es:

$$Q_m = \frac{\text{Dot} \cdot \text{Pob}}{86.400\text{s/día}}$$

Q_m – caudal medio en litros por segundo

Dot – dotación en litros por habitante y día

Pob – número de habitantes del núcleo

$$Q_p = Q_m \cdot K_p$$

Q_p – caudal punta en litros por segundo

Q_m – caudal medio en litros por segundo

K_p – coeficiente de punta aconsejado por el Ministerio de Fomento

-Considerando según el PGOU para viviendas uso domestico 250 l por habitante y día, y considerando 2,4 habitantes por vivienda, lo que nos arroja un consumo punta de:

$$250 \times 2,4 \times 24 / (86400) = 0,167 \text{ l/s por cada vivienda.}$$

El consumo considerado queda:

- Viviendas: 0,167 l/s /viv

- Zonas verdes y jardines: **6 l/m²**

- Hidrante tipo 80mm: **8.33 l/s**

- Hidrante tipo 100mm: **10 l/s**

DEPÓSITOS O SUMINISTROS DE LA RED.

Una red de agua recibe alimentación por uno o varios puntos. Dichos puntos pueden ser:

Depósitos. Cuando se encuentra en una cota elevada generan la altura piezométrica que mueve el agua a través de los conductos. Se considera su capacidad para producir presión como la altura piezométrica del mismo, es decir, su cota más su nivel.

Suministros de red. Son los puntos de entrada procedentes de la compañía suministradora o bien de otras redes capaces de proporcionar agua a la instalación. Como los depósitos, son los puntos que generan el movimiento de agua en la red. Su altura piezométrica viene determinada por su cota más la presión que asegura la compañía suministradora en dicho punto.

A nivel de cálculo, ambos nudos son del mismo tipo, es decir, puntos con altura piezométrica fija e igual a su cota más la presión disponible (el nivel en el caso de depósitos, la presión disponible en caso de puntos de suministro de la compañía).

Conviene resaltar que, al ser posible la introducción en una instalación de varios puntos de suministro, pueden producirse circulaciones entre puntos de alimentación de la red.

En efecto, dos suministros con presiones similares y alturas geométricas diferentes pueden producir circulaciones entre ellos, debido a la diferencia de alturas piezométricas. Si no existe entre ellos una carga lo suficientemente grande para paliar la diferencia de alturas piezométricas, puede producirse un trasvase de agua de uno a otro.

Para evitar las circulaciones, pueden tomarse las siguientes medidas: evitar en lo posible un gran número de nudos de suministro y, en caso de que sea necesario situar varios de estos puntos, deben estar lo más separados posible.

Evitar grandes diferencias de altura piezométrica entre los nudos de suministro. Puede suponerse que en la red de la compañía distribuidora es lo suficientemente extensa y está diseñada para proporcionar alturas similares en todos los puntos.

Es posible, aún así, que se desee hacer el cálculo con circulaciones de agua entre depósitos o suministros, pero conviene tener en cuenta que este tipo de comportamiento puede falsear el dimensionado de conducciones.

VELOCIDAD EN LAS CONDUCCIONES.

Una de las principales limitaciones a la hora de dimensionar una red de conductos de agua es la velocidad del fluido en los mismos.

Se suele emplear como límite inferior de velocidad 0.3 m / s, a menos que exista una limitación de diámetro mínimo que impida el cumplimiento de esta velocidad en algunos tramos. Por debajo de 0.3 m / s tienen lugar procesos de sedimentación y estancamiento.

La velocidad máxima suele estar comprendida entre 1.5 y 3 m / s, para evitar fenómenos de arrastre y ruidos, así como grandes pérdidas de carga.

La velocidad máxima viene condicionada por:

- Aparición de golpes de ariete
- Aparición de vibraciones y cavitación
- Erosión por posibles partículas en suspensión.

La velocidad mínima viene condicionada por:

- Evaporación y eliminación del cloro
- Agotamiento del oxígeno
- Aparición de contaminantes
- Formación de sedimentaciones

PRESIONES EN LOS CONSUMOS.

Cuando se diseña una red hidráulica de suministro de agua potable es necesario asegurar en los consumos una presión disponible mínima a la cual se distribuye el agua. También puede limitar el diseño, en algunos casos, el exceso de presión, ya que podría provocar roturas.

El rango normal de presiones disponibles en nudos de consumo oscila entre los 10 y los 50 m.c.a., aún cuando estos valores vienen determinados en gran medida por las necesidades y tipo propios de cada consumo, junto a un incremento en las fugas en la red y la necesidad de válvulas reductoras en las acometidas de los consumos que no puedan soportar tan altas presiones.

En los tramos pequeños, se establecen diámetros mínimos de 25 mm. Los diámetros máximos vendrán condicionados por los caudales y velocidades máximas en cada tramo.

CONDUCCIONES.

El funcionamiento de una instalación de suministro de agua depende en gran medida del tipo y tamaño de las conducciones empleadas.

MATERIALES.

Determinan la rugosidad superficial del tubo con la que se va a encontrar el agua. Una mayor rugosidad del material implica mayores pérdidas en el tramo. Se suele utilizar en milímetros.

A modo orientativo, estos son los valores habituales en proyecto de la rugosidad absoluta:

<u>Material</u>	<u>Rugosidad</u>
PVC / PE	0.30
Fibrocemento	0.10
Fundición revestida	
Fundición no revestida	1.67
Hierro galvanizado	3.00
Hormigón armado	10.00
Hormigón liso	0.20

1 Mpa (10 atm)		
Referencia	Grueso	Peso en Kg/m
PE AD V200	2	0.110
PE AD V250	2.3	0.172
PE AD V320	2.9	0.273
PE AD V400	3.7	0.432
PE AD V500	4.6	0.669
PE AD V630	5.8	1.056
PE AD V750	6.8	1.474
PE AD V900	8.2	2.110

DIÁMETROS.

El tratamiento de los materiales se realiza a través del uso de bibliotecas de las cuales se obtienen los materiales a emplear en las obras. Cada uno de estos materiales aporta su característica de rugosidad absoluta junto con una serie de diámetros. Estas bibliotecas son definibles por el usuario, que puede modificar los coeficientes de rugosidad, así como quitar o añadir diámetros a la serie.

Para cada material existen series predefinidas de diámetros normalizados. Éstos tienen, habitualmente, la notación "DN" junto con la dimensión aproximada de su diámetro en milímetros.

Diámetros mayores proporcionan pérdidas de carga menores en las conducciones y disminuyen la velocidad de circulación, pero encarecen el coste de la instalación, con el riesgo añadido de tener velocidades excesivamente bajas o presiones demasiado altas en los nudos.

CONSIDERACIÓN DE ELEMENTOS ESPECIALES.

Debido a las necesidades constructivas o de control, las instalaciones de abastecimiento de agua requieren el uso de elementos especiales como codos, conos, válvulas, etc.

Para poder tener en cuenta las pérdidas de carga sufridas en estos elementos, es una práctica habitual a nivel de cálculo el incrementar un porcentaje la longitud física de los tramos para conseguir una longitud resistente que incluya estas pérdidas de carga localizadas.

Por ello, es posible definir un porcentaje de incremento de la longitud resistente para simular estas pérdidas. Este incremento de longitud sólo se aplica en el momento de cálculo, no en la medición de la tubería.

EXCAVACIONES.

Las conducciones de agua potable en distribución y urbanización se instalan por lo general enterradas. Para ello, suelen excavar zanjas para acoger las conducciones. La forma de la zanja, el volumen de excavación y otra serie de factores pueden resultar interesantes a la hora de calcular una instalación.

Características del terreno.

La forma en que será excavada la zanja depende en gran medida de las características del terreno donde se enterrará la conducción. Para ello deben conocerse los terrenos en los que se va a excavar y algunas características propias del proceso de instalación de la conducción.

Talud

Es la máxima inclinación de una pared excavada en un terreno con la suficiente solidez como para no desmoronarse. Se suele expresar en metros de apertura horizontal por cada metro excavado verticalmente.

Distancia lateral

Distancia mínima que debe separarse la conducción de las paredes de la zanja.

Ancho mínimo

Por algún tipo de limitaciones mecánicas, no se pueden construir zanjas con anchos excesivamente pequeños. En caso de que la conducción sea de pequeño diámetro y junto con los distancias laterales no se complete o supere el ancho mínimo, se toma este ancho mínimo como ancho de cálculo.

Lecho

Distancia entre el suelo de la zanja y la base de la conducción. Suele rellenarse con arena, aunque es también posible encontrar lechos de hormigón en algunos casos.

Relleno

Una vez depositada la conducción sobre el lecho, se rellena con arena hasta cubrir la conducción. Se denominará distancia de relleno al espesor de arena por encima de la conducción.

Medición.

Para realizar el cálculo de la excavación es necesario disponer de información sobre las profundidades de excavación. Debe disponerse, por tanto, de:

Cota del nudo

Indica la cota de la parte inferior de la conducción en cada uno de los nudos de la instalación. Es necesaria también para el cálculo hidráulico de las conducciones.

Cota del terreno

Es la cota a la que queda el terreno modificado, es decir, el terreno una vez explanado, sobre el que se va a realizar la excavación.

Cota de la rasante

Es la cota a la que quedará la superficie tras haber cerrado las zanjas y construido el firme sobre el terreno.

Es habitual que el espesor del paquete de firme sea constante para toda una obra, por lo que tan sólo serían necesarias las cotas de rasante, deduciendo terreno como la cota de rasante menos el espesor del firme. Si no existe firme (espesor =0), coincidirán rasante y terreno.

Todo esto es válido en obras nuevas, ya que si se trata de reparaciones o modificaciones sobre calles ya existentes, pueden existir diferencias en la medición, al haber dos estratos de características diferentes a efectos de excavación.

LIMITACIONES.

Debido a la situación bajo tierra de diferentes tipos de instalaciones (electricidad, agua, telefonía,...), suele existir una limitación de profundidad mínima que debe respetarse para evitar colisiones con otras instalaciones.

Esta profundidad mínima se mide desde la cota de la rasante hasta la cara superior de la conducción.

Respetando estas profundidades mínimas, se facilita que en futuras excavaciones no se produzcan roturas accidentales de la conducción.

CÁLCULO.

Una vez recogidos los datos de partida, se procede al cálculo de la instalación, de acuerdo con los tipos de conducciones, diámetros, caudales demandados y presiones de suministro. Para ello se emplean la formulación y el método de resolución que se detallan a continuación.

FORMULACIÓN

En el caso de instalaciones hidráulicas, se utiliza para la resolución del sistema de ecuaciones, sea mallado, sea ramificado o mixto, el método de los elementos finitos de forma discreta.

Para la resolución de cada segmento de la instalación se calculan las caídas de altura piezométrica entre dos nudos conectados por un tramo, por medio de la fórmula de Darcy-Weisbach:

$$h_p = f \frac{8 \cdot L \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot g \cdot D^5}$$

Siendo:

h_p – pérdida de carga en m.c.a.

L – longitud resistente de la conducción en metros

Q – caudal que circula por la conducción en m³/s

g – aceleración de la gravedad en m/s²

D – diámetro interior de la conducción en metros

f – factor de fricción

El factor de fricción " f " es función de:

El número de Reynolds (Re):

Representa la relación entre las fuerzas de inercia y las fuerzas viscosas en la tubería. Cuando las fuerzas viscosas son predominantes (Re con valores bajos), el fluido discurre de forma laminar por la tubería. Cuando las fuerzas de inercia predominan sobre las viscosas (Re grande), el fluido deja de moverse de una forma ordenada (laminarmente) y pasa a régimen turbulento, cuyo estudio en forma exacta es prácticamente imposible. Cuando el régimen es laminar, la importancia de la rugosidad es menor respecto a las pérdidas debidas al propio comportamiento viscoso del fluido que en régimen turbulento. Por el contrario, en régimen turbulento, la influencia de la rugosidad se hace más patente.

Rugosidad relativa (ε / D). Traduce matemáticamente las imperfecciones del tubo. En el caso del agua, los valores de transición entre los regímenes laminar y turbulento para el número de Reynolds se encuentran en la franja de 2.000 y 4.000, y se calcula como:

$$\text{Re} = \frac{v \cdot D}{\nu}$$

Siendo:

v – velocidad del fluido en la conducción (m/s)

D – diámetro interior de la conducción (m)

ν - viscosidad cinemática del fluido

Para valores de Re por debajo del límite de turbulencia, se aconseja el uso de la fórmula de Poiseuille para obtener el factor de fricción:

$$f = \frac{64}{\text{Re}}$$

Siendo aconsejable para régimen turbulento el uso de la ecuación de Colebrook-White:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \cdot \log \left(\frac{\varepsilon}{3.7 \cdot D} + \frac{251}{\text{Re} \cdot \sqrt{f}} \right)$$

Que debe iterarse para poder llegar a un valor "f", debido al carácter implícito de la misma, y donde:

f – factor de fricción

ε – rugosidad absoluta del material

D – diámetro interior de la conducción

Re – número de Reynolds. Por defecto 2.500

Desgraciadamente, no se puede asegurar que el valor umbral de Reynolds elegido como punto de transición entre régimen laminar y turbulento ($Re = 2.500$), el factor de fricción calculado por Poiseuille sea igual al calculado por Colebrook-White.

Por ello, al calcular el factor de pérdidas es necesario realizar una primera iteración con Colebrook-White. Si esta iteración proporciona un valor de caudal en la zona laminar, se calcula por medio de Poiseuille.

Si Poiseuille diera un resultado en la zona turbulenta, se toma como valor definitivo el calculado por Colebrook-White.

RESOLUCIÓN DEL SISTEMA MALLADO

Para resolver el sistema mallado, se emplea una variante del método de los elementos finitos discretizados. Se considera el modelo de la conducción como una matriz de rigidez [K] para cada uno de los elementos de la red:

$$[K] = G^{(e)} \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix}$$

Donde $G^{(e)}$ es factor que relaciona la caída de presión en el elemento "e" con el caudal circulante de forma lineal. Se denominará a $G^{(e)}$ factor de rigidez del elemento "e".

Se realiza posteriormente el ensamblado de las matrices de rigidez de la instalación en una sola matriz, cuya resolución se aborda por métodos frontales. Gracias a este método es posible resolver indistintamente sistemas mallados, ramificados o mixtos, con uno o varios puntos de suministro a presión fija.

Listado general de la instalación

Nombre Obra: ABASTECIMIENTO SUS5 SAYALONGA

Fecha: 23/06/11

1. Descripción de la red hidráulica

- Título: ABASTECIMIENTO SUS5 SAYALONGA
- Viscosidad del fluido: $1.15000000 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
- N° de Reynolds de transición: 2500.0

La velocidad de la instalación deberá quedar por encima del mínimo establecido, para evitar sedimentación, incrustaciones y estancamiento, y por debajo del máximo, para que no se produzca erosión.

2. Descripción de los materiales empleados

Los materiales utilizados para esta instalación son:

1 PN10 TUBO PEAD - Rugosidad: 0.00200 mm

Descripción	Diámetros mm
DN90	73.6

El diámetro a utilizar se calculará de forma que la velocidad en la conducción no exceda la velocidad máxima y supere la velocidad mínima establecidas para el cálculo.

3. Formulación

La formulación utilizada se basa en la fórmula de Darcy y el factor de fricción según Colebrook-White:

$$h = f \cdot \frac{8 \cdot L \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot g \cdot D^5}$$

$$Re = \frac{v \cdot D}{\nu}$$

$$f_l = \frac{64}{Re}$$

$$\frac{1}{(ft)^{1/2}} = -2 \cdot \log \left(\frac{K}{3.7 \cdot D} + \frac{2.51}{Re \cdot (ft)^{1/2}} \right)$$

donde:

Listado general de la instalación

Nombre Obra: ABASTECIMIENTO SUS5 SAYALONGA

Fecha: 23/06/11

- h es la pérdida de altura de presión en m.c.a.
- f es el factor de fricción
- L es la longitud resistente en m
- Q es el caudal en m³/s
- g es la aceleración de la gravedad
- D es el diámetro de la conducción en m
- Re es el número de Reynolds, que determina el grado de turbulencia en el flujo
- v es la velocidad del fluido en m/s
- ν es la viscosidad cinemática del fluido en m²/s
- fl es el factor de fricción en régimen laminar ($Re < 2500.0$)
- ft es el factor de fricción en régimen turbulento ($Re \geq 2500.0$)
- k es la rugosidad absoluta de la conducción en m

En cada conducción se determina el factor de fricción en función del régimen del fluido en dicha conducción, adoptando fl o ft según sea necesario para calcular la caída de presión. Se utiliza como umbral de turbulencia un n° de Reynolds igual a 2500.0.

4. Combinaciones

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

Combinación	Hipótesis Única	Hipótesis Hipótesis 2
Combinación 1	1.00	0.00

5. Resultados

5.1 Listado de nudos

Combinación: Combinación 1

Nudo	Cota m	Caudal dem. l/s	Alt. piez. m.c.a.	Pre. disp. m.c.a.	Coment.
NC1	386.00	1.33	385.41	-0.59	Pres. < 10 m.c.a.
NC2	378.49	1.33	385.36	6.87	Pres. < 10 m.c.a.
NC3	396.62	1.50	385.62	-11.00	Pres. < 10 m.c.a.
NC4	387.00	1.50	386.54	-0.46	Pres. < 10 m.c.a.
NC5	384.00	8.00	385.36	1.36	Pres. < 10 m.c.a.
SG1	400.00	-13.67	400.00	0.00	

5.2 Listado de tramos

Valores negativos en caudal o velocidad indican que el sentido de circulación es de nudo final a nudo de inicio.

Combinación: Combinación 1

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal l/s	Périd. m.c.a.	Velocidad m/s	Coment.
NC1	NC2	57.21	DN90	0.84	0.05	0.20	Vel. < 0.5 m/s
NC1	NC3	42.49	DN90	-2.17	-0.21	-0.51	
NC2	NC5	20.09	DN90	-0.49	-0.01	-0.12	Vel. < 0.5 m/s
NC3	NC4	72.07	DN90	-3.67	-0.92	-0.86	
NC4	NC5	20.57	DN90	8.49	1.18	2.00	
NC4	SG1	99.50	DN90	-13.67	-13.46	-3.21	Vel. > 2 m/s

Listado general de la instalación

Nombre Obra: ABASTECIMIENTO SUS5 SAYALONGA

Fecha: 23/06/11

5.3 Listado de elementos

No hay elementos para listar.

6. Envolverte

Se indican los máximos de los valores absolutos.

Envolverte de máximos

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal l/s	Péridid. m.c.a.	Velocidad m/s
NC1	NC2	57.21	DN90	0.84	0.05	0.20
NC1	NC3	42.49	DN90	2.17	0.21	0.51
NC2	NC5	20.09	DN90	0.49	0.01	0.12
NC3	NC4	72.07	DN90	3.67	0.92	0.86
NC4	NC5	20.57	DN90	8.49	1.18	2.00
NC4	SG1	99.50	DN90	13.67	13.46	3.21

Se indican los mínimos de los valores absolutos.

Envolverte de mínimos

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal l/s	Péridid. m.c.a.	Velocidad m/s
NC1	NC2	57.21	DN90	0.84	0.05	0.20
NC1	NC3	42.49	DN90	2.17	0.21	0.51
NC2	NC5	20.09	DN90	0.49	0.01	0.12
NC3	NC4	72.07	DN90	3.67	0.92	0.86
NC4	NC5	20.57	DN90	8.49	1.18	2.00
NC4	SG1	99.50	DN90	13.67	13.46	3.21

7. Medición

A continuación se detallan las longitudes totales de los materiales utilizados en la instalación.

1 PN10 TUBO PEAD

Descripción	Longitud m	Long. mayorada m
DN90	311.94	374.33

Se emplea un coeficiente de mayoración en las longitudes del 20.0 % para simular en el cálculo las pérdidas en elementos especiales no tenidos en cuenta en el diseño.

ANEJO 2 CÁLCULO DE LA RED DE SANEAMIENTO

MEMORIA DE CÁLCULO.

El objetivo fundamental del diseño de una red de saneamiento es evacuar el agua desde los pozos de recogida hasta el punto de vertido.

Es necesario tener en cuenta las siguientes pautas:

Exigencia del caudal a evacuar. Es necesario respetar una serie de condicionantes, tanto en la recogida de aguas negras como en la de aguas pluviales.

Facilidad de construcción. La utilización de materiales, diámetros y otros elementos fácilmente disponibles en el mercado que se ajusten a las normas tanto en sus dimensiones como en su comportamiento.

Mantenimiento. Conseguir un buen funcionamiento de la instalación para evitar un excesivo y costoso mantenimiento correctivo facilitando el mantenimiento preventivo, es fundamental.

Economía. No sirve tan sólo con hacer que la instalación funcione. Esta debe comportar, además, un coste razonable evitando en lo posible sobredimensionar.

Garantizar una evacuación adecuada para las condiciones previstas

Garantizar la impermeabilidad de los distintos componentes de la red, que evite la posibilidad de fugas, especialmente por las juntas o uniones, la hermeticidad o estanqueidad de la red evitará la contaminación del terreno y de las aguas freáticas.

Evacuación rápida sin estancamientos de las aguas usadas en el menor tiempo posible y que sea compatible con la velocidad máxima aceptada.

Evacuación que sea capaz de impedir, con un cierto grado de seguridad, la inundación de la red y el consiguiente retroceso.

La accesibilidad a las distintas partes de la red, permitiendo una adecuada limpieza de todos sus elementos, así como posibilitar las reparaciones o reposiciones que fuesen necesarias.

DATOS PREVIOS.

El presente proyecto presenta una red de saneamiento existente que recoge las aguas de las viviendas existentes en calles superiores y que por el diámetro de la tubería de PVC va a servir para recoger las aguas negras que se generen en las nuevas viviendas de la unidad. Esta red conduce las aguas hasta la depuradora.

Condiciones de recogida

Son necesarios varios datos a la hora de calcular una instalación. Estos datos son, en definitiva, los que marcarán el comportamiento de la misma.

Caudales recogidos por la red

Generalmente, éste es el principal condicionante en el funcionamiento de la instalación. Para calcular los caudales recogidos en cada pozo, hay que partir de dos fuentes:

Aguas negras. Son las generadas como consecuencia del desarrollo de actividades urbanas, industriales, etc. Este aporte puede estimarse más fácilmente debido a que su valor está muy ligado al consumo de agua potable.

Aguas pluviales. Procedentes de la recogida del agua de lluvia, su estimación es más compleja. Suele generar mayores volúmenes de agua trasegada.

Adicionalmente el cálculo de caudales aportados depende también del tipo de red de saneamiento:

Redes unitarias o mixtas. Recogen tanto aguas negras como pluviales. El cálculo se basa en dos condiciones: velocidad mínima con tan sólo el aporte de fecales, y velocidad máxima, sumando los aportes de pluviales y fecales.

Redes separativas. Se establecen como redes independientes y, por tanto, se calculan independientemente con los caudales recogidos bien para fecales, bien para pluviales.

En cualquier caso, las redes de saneamiento deben ser ramificadas, con un solo punto de vertido. Su funcionamiento debe ser, salvo casos que requieren un cálculo especial, en lámina libre. Existen métodos de cálculo para resolver redes malladas de saneamiento, pero su uso requiere una modelización de los entronques y su validez es limitada.

El caudal a recoger en cada nudo de la instalación suele basarse en el tipo de suministro (urbano, industrial, rural,...).

En el caso de consumo urbano, se suele ajusta dicho consumo dependiendo del número de habitantes de la ciudad y del tipo de consumo (vivienda, hotel,...).

De forma orientativa, en el siguiente cuadro se muestran los valores habituales para proyectos:

Lugar de consumo	Tipo	Consumo diario
Viviendas	De ciudad pequeña	200 l / hab
	De ciudad mediana	250 l / hab
	De gran ciudad	300 l / hab
	De población rural	150 l / hab
	Rural aislada	500 l / hab
Escuela		60 l / alumno
Hospital		500 l / cama
Cuartel		250 l / hab
Camping		100 l / hab
Oficinas		50 l / hab
Hoteles	Según número de estrellas	150 - 300 l / hab
Gimnasio		200 l / hab

Adicionalmente, hay que tener en cuenta no sólo los habitantes actuales de las zonas que se desea urbanizar, sino que también hay que realizar una previsión de un posible crecimiento de la población a la que habrá que abastecer desde la red que se está calculando. De forma orientativa, se puede calcular la población futura como:

$$P = P_a \cdot (1 + \alpha)^t$$

Siendo:

P – la población futura

P_a – población del último censo

α - tasa de crecimiento de la población

t – tiempo transcurrido desde el último censo en años.

Por aparatos instalados, el consumo es:

Tipo de aparato	Caudal en l / s
Boca de incendios equipada	
φ 25 mm	1.67
φ 45 mm	3.00
Hidrante 100 mm	10.00
Boca de riego (φ25 mm)	1.00
Baño	0.30
Bidé	0.10
Ducha	0.20
Fregadero	
Vivienda particular	0.20
Restaurante / Hotel	0.30
Lavadora automática	0.20
Lavabo	0.10
Urinario	
Con control	0.10
Flujo continuo	0.05
W.C.	
Con depósito	0.10
Con fluxor	2.00

ANEJO DE CALCULO SANEAMIENTO SUS(s)-5 "VP"

Los caudales calculados en los pozos de recogida para la red de saneamiento son los mismos que deben aparecer en los caudales consumidos en la red de agua.

Una vez determinado el caudal de consumo en cada nudo es necesario introducir una consideración de puntas de consumo. Generalmente, y como recomendación del Ministerio de Fomento en su instrucción para la redacción de proyectos de abastecimiento y saneamiento, se considera el caudal punta obtenido a lo largo de 10 horas como 2.4 veces el caudal considerado en la estimación.

Este coeficiente solo se aplica en el momento de cálculo sobre los caudales consumidos en los nudos.

El caudal medio de la red es:

$$Q_m = \frac{\text{Dot} \cdot \text{Pob}}{86.400\text{s/día}}$$

Q_m – caudal medio en litros por segundo

Dot – dotación en litros por habitante y día

Pob – número de habitantes del núcleo

$$Q_p = Q_m \cdot K_p$$

Q_p – caudal punta en litros por segundo

Q_m – caudal medio en litros por segundo

K_p – coeficiente de punta aconsejado por el Ministerio de Fomento

-Considerando según el PGOU para viviendas uso doméstico 250l/hab/día, y considerando 2,4hab/vivienda, lo que nos arroja un consumo punta de:

250 l/hab/día x 2,4 hab/viv x 24 h/día / (86.400 s/día) = 0,1667 l/s por cada vivienda.

A estos ramales de saneamiento tan solo vierten las viviendas de esta zona del sector. Con lo que el consumo considerado queda:

Viviendas: 0,1667 l/s /viv

Previsión de caudal de las nuevas viviendas del SUS(s)-5 "VP":

Colector 1: - 16 viv x 0,1667 l/s/viv = 2,6667 l/s

Colector 2: - 18 viv x 0,1667 l/s/viv = 3,0000 l/s

VERTEDEROS.

El vertedero es el punto final donde llega toda el agua evacuada por la red de saneamiento. Dichos puntos pueden ser:

Bombeos. Arquetas donde el agua recogida es bombeada a presión, generalmente hasta una planta de tratamiento de aguas residuales.

Emisarios. Tramos de tubería que se adentran en el mar y llevan el agua hasta puntos alejados de la costa. El emisario requiere un cálculo especial que no es objeto de este programa, por tanto, el punto de vertido se encontrará en la acometida y no en el extremo del propio emisario.

Redes de saneamiento existentes. Es la situación más habitual, en la que nuestra red de urbanización desemboca en la red general de saneamiento urbano.

Las instalaciones de saneamiento deben tener un solo punto de vertido.

Este ámbito desemboca en la red de saneamiento existente, la cual conduce hasta la depuradora de Sayalonga.

SISTEMAS DE EVACUACIÓN.

Existen dos sistemas de evacuación:

Unitario. La red evacua toda clase de aguas ya sean residuales o de lluvias.

Ventajas:

Mayor sencillez de instalación y mantenimiento, por tanto también más económico.

La lluvia sana la red.

La ocupación del subsuelo es menor.

Inconvenientes:

La gran variación de caudal de las aguas por variaciones de tiempo seco de lluvia, produce o puede llegar a producir sedimentos de las materias sólidas, por lo que habrá que realizar servicios de limpieza.

Al bajar el nivel de aguas en tiempo seco, existe el riesgo de emisión de malos olores al exterior, lo que exige la colocación de cámaras de descarga.

Exige la instalación de aliviaderos de crecida en casos de aumento del caudal por efecto de lluvias muy fuertes.

Separativo. Son redes independientes, por una de las aguas pluviales o de riego y por otra las residuales.

Ventajas:

- Menor gasto de limpieza dada la mayor dificultad de producirse sedimentos ya que no hay grandes variaciones de caudal.
- Los colectores de aguas pluviales tienen normalmente un menor desarrollo, ya que en general desaguan por caminos cortos a los cauces naturales.
- Las inundaciones de aguas pluviales por aumento excesivo del caudal no son nocivas.

Inconvenientes:

- Mayor costo de la doble red en ramales y acometidas.
- Mayores gastos de mantenimiento.

VELOCIDAD EN LAS CONDUCCIONES.

Las principales limitaciones a la hora de dimensionar una red de saneamiento son:

El calado. El agua debe circular en lámina libre. Si es necesario el trabajo en carga de la conducción, el tramo afectado debe calcularse como un tramo de agua a presión. Un tramo cuyo calado exceda la dimensión vertical máxima de la conducción entra en carga y, por tanto, los cálculos de velocidad no son válidos en él.

Velocidad mínima. Se suele emplear como límite inferior de velocidad 0.5 m / s, a menos que exista una limitación de diámetro mínimo que impida el cumplimiento de esta velocidad en algunos tramos, ya que por debajo de 0.5 m / s tienen lugar procesos de sedimentación y estancamiento.

Velocidad máxima. La velocidad máxima suele estar comprendida entre 2 y 5 m/s, para evitar fenómenos de erosión y ruidos.

CONDUCCIONES.

El funcionamiento de una instalación de suministro de agua depende en gran medida del tipo, geometría y tamaño de las conducciones empleadas.

MATERIALES.

Determinan la rugosidad superficial del tubo con la que se va a encontrar el agua. Una mayor rugosidad del material implica mayores pérdidas en el tramo. Se suele utilizar en milímetros.

La forma de expresar la rugosidad depende, en gran medida, del tipo de formulación que se vaya a emplear.

En el caso más extendido, la fórmula de Manning-Strickler, estos son valores recomendados en la práctica: A modo orientativo, estos son los valores habituales en proyecto de la rugosidad absoluta:

Superficie	Óptimo	Bueno	Mediano	Malo
Hierro fundido sin recubrir	0.012	0.013	0.014	0.015
Hierro fundido recubierto	0.011	0.012	0.013	0.014
Hierro forjado comercial, negro	0.012	0.013	0.014	0.015
Hierro forjado comercial, galvanizado	0.013	0.014	0.015	0.017
Hormigón	0.012	0.013	0.015	0.016

En el caso de la fórmula de Prantl-Colebrook, se utilizan los valores de la rugosidad absoluta (metros).

Material	Rugosidad absoluta ϵ (m)
PVC	0.00010 – 0.00025
Fibrocemento	0.00025 – 0.00040
Hormigón	0.00080 – 0.00150
Hormigón rugoso	0.00120 – 0.00400

Si se va a emplear la fórmula de Tadini, no se requiere ningún valor específico del material.

GEOMETRÍA.

En algunos casos es conveniente utilizar otro tipo de geometría diferente a la circular. Pueden utilizarse los siguientes tipos:

- Sección trapezoidal
- Ovoide
- Herradura
- Circular

DIÁMETROS.

El tratamiento de los materiales se realiza a través del uso de bibliotecas de las cuales se obtienen los materiales a emplear en las obras. Cada uno de estos materiales aporta su característica de rugosidad absoluta junto con una serie de diámetros. Estas bibliotecas son definibles por el usuario, que puede modificar los coeficientes de rugosidad, así como quitar o añadir diámetros a la serie.

Para cada material existen series predefinidas de diámetros normalizados. Éstos tienen, habitualmente, la notación "DN" junto con la dimensión aproximada de su diámetro en milímetros.

Diámetros mayores disminuyen la velocidad de circulación y la posibilidad de entrar en carga, pero encarecen el coste de la instalación, con el riesgo añadido de tener velocidades excesivamente bajas.

EXCAVACIONES.

Las conducciones de agua potable en distribución y urbanización se instalan por lo general enterradas. Para ello, suelen excavar zanjás para acoger las conducciones. La forma de la zanja, el volumen de excavación y otra serie de factores pueden resultar interesantes a la hora de calcular una instalación.

Características del terreno.

La forma en que será excavada la zanja depende en gran medida de las características del terreno donde se enterrará la conducción. Para ello deben conocerse los terrenos en los que se va a excavar y algunas características propias del proceso de instalación de la conducción

Talud

Es la máxima inclinación de una pared excavada en un terreno con la suficiente solidez como para no desmoronarse. Se suele expresar en metros de apertura horizontal por cada metro excavado verticalmente.

Distancia lateral

Distancia mínima que debe separarse la conducción de las paredes de la zanja.

Ancho mínimo

Por algún tipo de limitaciones mecánicas, no se pueden construir zanjás con anchos excesivamente pequeños. En caso de que la conducción sea de pequeño diámetro y junto con los distancias laterales no se complete o supere el ancho mínimo, se toma este ancho mínimo como ancho de cálculo.

Lecho

Distancia entre el suelo de la zanja y la base de la conducción. Suele rellenarse con arena, aunque es también posible encontrar lechos de hormigón en algunos casos.

Relleno

Una vez depositada la conducción sobre el lecho, se rellena con arena hasta cubrir la conducción. Se denominará distancia de relleno al espesor de arena por encima de la conducción.

Medición.

Para realizar el cálculo de la excavación es necesario disponer de información sobre las profundidades de excavación. Debe disponerse, por tanto, de:

Cota del terreno

Es la cota a la que queda el terreno modificado, es decir, el terreno una vez explanado, sobre el que se va a realizar la excavación.

Cota de la rasante

Es la cota a la que quedará la superficie tras haber cerrado las zanjás y construido el firme sobre el terreno.

Profundidad de enterramiento de la conducción

Puede cambiar a lo largo de la conducción. Debe indicarse la profundidad de los extremos de la conducción.

Profundidad del pozo

Se considera como el fondo del pozo medido desde la cota de rasante. Debe ser mayor o igual que la mayor profundidad de los tramos confluyentes. Existe la posibilidad, dejando a 0 este valor, de que el programa calcule la profundidad de forma automática.

Es habitual que el espesor del paquete de firme sea constante para toda una obra, por lo que tan sólo serían necesarias las cotas de rasante, deduciendo terreno como la cota de rasante menos el espesor del firme. Si no existe firme (espesor =0), coincidirán rasante y terreno.

Todo esto es válido en obras nuevas, ya que si se trata de reparaciones o modificaciones sobre calles ya existentes, pueden existir diferencias en la medición, al haber dos estratos de características diferentes a efectos de excavación.

Limitaciones.

Debido a la situación bajo tierra de diferentes tipos de instalaciones (electricidad, agua, telefonía,...), suele existir una limitación de profundidad mínima que debe respetarse para evitar colisiones con otras instalaciones.

Esta profundidad mínima se mide desde la cota de la rasante hasta la cara superior de la conducción.

Respetando estas profundidades mínimas, se facilita que en futuras excavaciones no se produzcan roturas accidentales de la conducción.

CÁLCULO

Una vez recogidos los datos de partida, se procede al cálculo de la instalación, de acuerdo con los tipos de conducciones, diámetros y caudales aportados. Para ello se emplean la formulación y el método de resolución que se detallan a continuación.

Formulación

En el caso de instalaciones de saneamiento, se utiliza el método de recuento de caudales desde los aportes hasta el vertedero. Por ello la red debe ser ramificada y con un solo punto de vertido.

Debido a la diversidad de fórmulas utilizadas en el cálculo de conducciones de saneamiento, unido a las costumbres locales en el uso de las mismas, es posible utilizar cualquiera de las fórmulas detalladas a continuación.

Fórmula de Prandtl-Colebrook

Parte de la fórmula de Darcy-Weisbach para conducciones a presión:

$$I = f \frac{v^2}{2 \cdot g \cdot D}$$

Siendo:

- I – pérdida de carga (m.c.a.) por metro de conducción.
- v – velocidad del fluido que circula por la conducción en m/s
- g – aceleración de la gravedad en m/s²
- D – diámetro interior de la conducción en metros
- f – factor de fricción de Darcy-Weisbach

El factor de fricción " f " es función de:

El número de Reynolds (Re). Representa la relación entre las fuerzas de inercia y las fuerzas viscosas en la tubería. Cuando las fuerzas viscosas son predominantes (Re con valores bajos), el fluido discurre de forma laminar por la tubería. Cuando las fuerzas de inercia predominan sobre las viscosas (Re grande), el fluido deja de moverse de una forma ordenada (laminarmente) y pasa a régimen turbulento, cuyo estudio en forma exacta es prácticamente imposible. Cuando el régimen es laminar, la importancia de la rugosidad es menor respecto a las pérdidas debidas al propio comportamiento viscoso del fluido que en régimen turbulento. Por el contrario, en régimen turbulento, la influencia de la rugosidad se hace más patente.

Rugosidad relativa (ε / D). Traduce matemáticamente las imperfecciones del tubo. En el caso del agua, los valores de transición entre los regímenes laminar y turbulento para el número de Reynolds se encuentran en la franja de 2.000 y 4.000, y se calcula como:

$$Re = \frac{v \cdot D}{\nu}$$

Siendo:

- v – velocidad del fluido en la conducción (m/s)
- D – diámetro interior de la conducción (m)
- ν - viscosidad cinemática del fluido

Para valores de Re por debajo del límite de turbulencia, se aconseja el uso de la fórmula de de Poiseuille para obtener el factor de fricción:

$$f = \frac{64}{Re}$$

siendo aconsejable para régimen turbulento el uso de la ecuación de Colebrook-White:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \cdot \log \left(\frac{\varepsilon}{3.7 \cdot D} + \frac{251}{Re \cdot \sqrt{f}} \right)$$

que debe iterarse para poder llegar a un valor "f", debido al carácter implícito de la misma, y donde:

f – factor de fricción

ε – rugosidad absoluta del material

D – diámetro interior de la conducción

Re – número de Reynolds. Por defecto 2.500

Como parámetro se supone ν - viscosidad cinemática del fluido: $1.31 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

Si se elimina f en las dos fórmulas, se obtiene:

$$\nu = -2 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot D \cdot I} \cdot \log_{10} \left(\frac{\varepsilon}{3.71 \cdot D} + \frac{25 \cdot I \cdot \nu}{D \sqrt{2 \cdot g \cdot D \cdot I}} \right)$$

válida para conducciones a sección llena.

Para secciones circulares se utiliza el coeficiente corrector de Thormann-Franke basado en el ángulo de llenado:

$$W = \frac{V_p}{V} = \left[\frac{2\beta - \text{sen } 2\beta}{2(\beta + \gamma \text{ sen } \beta)} \right]^{0.625}$$

dónde:

v – velocidad a sección llena

V_p – velocidad a sección parcialmente llena

2β - arco de la sección mojada

γ - coeficiente de Thormann que representa el rozamiento entre el líquido y el aire del interior del conducto.

Fórmula de Manning-Strickler

Posiblemente la fórmula más utilizada para el cálculo de saneamiento:

$$v = \frac{1}{n} R_h^{2/3} I^{1/2}; \quad Q = \frac{1}{n} R_h^{2/3} I^{1/2} A_h$$

donde:

A_h – sección de fluido en m^2

n – coeficiente de Manning

ANEJO 3 CÁLCULO DE LA RED DE PLUVIALES

DATOS INICIALES

Se plantea una red de recogida de aguas pluviales independiente de la red de aguas negras (redes de saneamiento separativas)

Para el cálculo de la red de pluviales se recogen los datos de una estación pluviométrica colocada en [Sayalonga](#).

- Suponiendo que en un aguacero de importancia el agua recorriera las conducciones a una velocidad de 2.5 m/s, tardaría en llegar a la sección más desfavorable unos 2 minutos. Por este motivo no será necesaria la construcción de hidrogramas, puesto que el tiempo mínimo de aguacero se estima en 10 minutos (un tiempo menor no provoca escorrentía).

- La máxima intensidad de lluvia vendrá dada por una duración de la tormenta de 10 minutos.

- Se considera un periodo de retorno de cálculo de 10 años, apropiado y recomendado para obras de urbanización.

La recogida de aguas pluviales se establece en dos redes independientes que vierten en puntos distintos debido al perfil del vial.

COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

De los datos obtenidos de la estación pluviométrica y con las fórmulas recomendadas por el Ministerio de Fomento calculamos el coeficiente de escorrentía.

$$C = \frac{(P_d - P_0) \cdot (P_d + 23 \cdot P_0)}{(P_d + 11 \cdot P_0)^2}$$

P_d – Precipitación diaria correspondiente al periodo de retorno determinado

P_0 – Parámetro que depende de:

- Uso del suelo

- Pendiente del terreno

- Características hidrológicas

- Capacidad de infiltración del suelo

Suponemos una superficie de jardines del 20% puesto que estamos ante una urbanización de viviendas adosadas sin jardín, donde las únicas zonas ajardinadas son las cesiones de áreas libres. El umbral de escorrentía de este tipo de superficie está en 5.

El 80% restante se supone ocupado por tejados y viales, con un umbral de escorrentía de 1.

El factor regional es 3.

$$P_0 = (0.2 \cdot 5 + 0.8 \cdot 1) \cdot 3 = 5.4$$

Tomando $P_d = 103,68$ para un periodo de retorno de 10 años, obtenemos un coeficiente de escorrentía

$$C = 0.84$$

INTENSIDAD DE LLUVIA

Utilizamos la fórmula de Nadal para el cálculo de la intensidad de lluvia:

$$I_t = 9.25 \cdot I_h \cdot t^{-0.55}$$

I_t – Intensidad media horaria que corresponde a la precipitación de duración "t" minutos en mm/h

I_h – la intensidad media de la precipitación horaria máxima, expresada en mm/h

t – duración de la precipitación en minutos

La intensidad media horaria de la precipitación correspondiente a un día (1440 minutos) es $P_d/24$:

$$I_t = \frac{P_d}{24} = 9.25 \cdot I_h \cdot 1440^{-0.55}$$

$$I_h = 0.25 \cdot P_d$$

Lo que viene a decir que el 25% de la precipitación máxima diaria se produciría en 1 hora. Con estos datos obtenemos una Intensidad horaria de lluvia de $77.76 \text{ l/m}^2/\text{h} = 0.0216 \text{ l/m}^2/\text{seg}$.

CAUDALES DE CÁLCULO

Obtenemos el caudal de cálculo con la ecuación $Q_i = C \cdot I \cdot A_i$.

C – Coeficiente de escorrentía

I – Intensidad máxima de lluvia correspondiente al periodo de retorno y tiempo de concentración

A_i – Superficie de la cuenca

Q_i – Caudal de cálculo de la cuenca i

Q imbornales = $0.7 \times 0.0216 \times 40 / 2 \times 12 = 3,629 \text{ l/s}$ (cada imbornal recoge el agua de la sub-cuenca, la calle, que tiene por encima, como están puestos cada 40 m, área sub-cuenca = $40 \times 12 / 2 = 240 \text{ m}^2$ (2 imbornales)) caudal menor que la capacidad de absorción de un imbornal de calzada de 30x50.

SECCIONES DE CÁLCULO

Para calcular la secciones necesarias que soporten el caudal estimado utilizamos la ecuación de continuidad, con las mismas consideraciones que en la red de saneamiento.

$$Q = V \cdot S$$

Q – Caudal en m^3/s

V – velocidad en m/s

S – sección de la conducción en m^2

La velocidad y la sección de cálculo vienen dadas en función de las características geométricas de la sección de la conducción:

$$Q = \pi \cdot R^2 \cdot \frac{1}{n} \cdot R_H^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

R – Radio de la conducción

n – coeficiente de rugosidad dependiendo del material

R_H – Radio hidráulico

I – Pendiente media de la conducción

Listado general de la instalación

Nombre Obra: SANEAM SUS-5 SAYAL TRAMO 1

Fecha: 30/05/13

1. Descripción de la red de saneamiento

- Título: SANEAM SUS-5 SAYAL TRAMO 1

La velocidad de la instalación deberá quedar por encima del mínimo establecido, para evitar sedimentación, incrustaciones y estancamiento, y por debajo del máximo, para que no se produzca erosión.

2. Descripción de los materiales empleados

Los materiales utilizados para esta instalación son:

1A 2000 TUBO PVC - Coeficiente de Manning: 0.00900

Descripción	Geometría	Dimensión	Diámetros mm
DN315	Circular	Diámetro	284.0

El diámetro a utilizar se calculará de forma que la velocidad en la conducción no exceda la velocidad máxima y supere la velocidad mínima establecidas para el cálculo.

3. Descripción de terrenos

Las características de los terrenos a excavar se detallan a continuación.

Descripción	Lecho cm	Relleno cm	Ancho mínimo cm	Distancia lateral cm	Talud
Terrenos sueltos	10	20	72	20	2/1

4. Formulación

Para el cálculo de conducciones de saneamiento, se emplea la fórmula de Manning - Strickler.

$$Q = \frac{A \cdot Rh^{(2/3)} \cdot So^{(1/2)}}{n}$$

$$v = \frac{Rh^{(2/3)} \cdot So^{(1/2)}}{n}$$

donde:

- Q es el caudal en m³/s
- v es la velocidad del fluido en m/s
- A es la sección de la lámina de fluido (m²).
- Rh es el radio hidráulico de la lámina de fluido (m).
- So es la pendiente de la solera del canal (desnivel por longitud de conducción).
- n es el coeficiente de Manning.

5. Combinaciones

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

Combinación	Hipótesis Fecales
Fecales	1.00
Fecales+Pluviales	1.00

Listado general de la instalación

Nombre Obra: SANEAM SUS-5 SAYAL TRAMO 1

Fecha: 30/05/13

6. Resultados

6.1 Listado de nudos

Combinación: Fecales

Nudo	Cota m	Prof. Pozo m	Caudal sim. l/s	Coment.
PS1	386.00	1.78	1.33	
PS2	382.32	1.78	1.33	
SM1	378.49	1.78	2.66	

Combinación: Fecales+Pluviales

Nudo	Cota m	Prof. Pozo m	Caudal sim. l/s	Coment.
PS1	386.00	1.78	1.33	
PS2	382.32	1.78	1.33	
SM1	378.49	1.78	2.66	

6.2 Listado de tramos

Valores negativos en caudal o velocidad indican que el sentido de circulación es de nudo final a nudo de inicio.

Combinación: Fecales

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Pendiente %	Caudal l/s	Calado mm	Velocidad m/s	Coment.
PS1	PS2	32.79	DN315	11.22	1.33	11.90	1.46	Vel.mín.
PS2	SM1	33.65	DN315	11.38	2.66	16.40	1.81	Vel.máx.

Combinación: Fecales+Pluviales

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Pendiente %	Caudal l/s	Calado mm	Velocidad m/s	Coment.
PS1	PS2	32.79	DN315	11.22	1.33	11.90	1.46	Vel.mín.
PS2	SM1	33.65	DN315	11.38	2.66	16.40	1.81	Vel.máx.

7. Envoltente

Se indican los máximos de los valores absolutos.

Envoltente de máximos

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Pendiente %	Caudal l/s	Calado mm	Velocidad m/s
PS1	PS2	32.79	DN315	11.22	1.33	11.90	1.46
PS2	SM1	33.65	DN315	11.38	2.66	16.40	1.81

Se indican los mínimos de los valores absolutos.

Listado general de la instalación

Nombre Obra: SANEAM SUS-5 SAYAL TRAMO 1

Fecha: 30/05/13

Envolvente de mínimos

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Pendiente %	Caudal l/s	Calado mm	Velocidad m/s
PS1	PS2	32.79	DN315	11.22	1.33	11.90	1.46
PS2	SM1	33.65	DN315	11.38	2.66	16.40	1.81

8. Medición

A continuación se detallan las longitudes totales de los materiales utilizados en la instalación.

1A 2000 TUBO PVC

Descripción	Longitud m
DN315	66.44

9. Medición excavación

Los volúmenes de tierra removidos para la ejecución de la obra son:

Descripción	Vol. excavado m3	Vol. arenas m3	Vol. zavorras m3
Terrenos sueltos	385.55	68.85	312.49
Total	385.55	68.85	312.49

Volumen de tierras por tramos

Inicio	Final	Terreno Inicio m	Terreno Final m	Longitud m	Prof. Inicio m	Prof. Final m	Ancho fondo cm	Talud	Vol. excavado m3	Vol. arenas m3	Vol. zavorras m3	Superficie pavimento m2
PS1	PS2	385.65	381.97	32.79	1.78	1.78	71.50	2/1	190.29	33.98	154.23	224.65
PS2	SM1	381.97	378.14	33.65	1.78	1.78	71.50	2/1	195.26	34.87	158.26	230.52

Número de pozos por profundidades

Profundidad m	Número de pozos
1.78	3
Total	3

Listado general de la instalación

Nombre Obra: SANEAM SUS-5 SAYAL TRAMO 2

Fecha: 30/05/13

1. Descripción de la red de saneamiento

- Título: SANEAM SUS-5 SAYAL TRAMO 2

La velocidad de la instalación deberá quedar por encima del mínimo establecido, para evitar sedimentación, incrustaciones y estancamiento, y por debajo del máximo, para que no se produzca erosión.

2. Descripción de los materiales empleados

Los materiales utilizados para esta instalación son:

1A 2000 TUBO PVC - Coeficiente de Manning: 0.00900

Descripción	Geometría	Dimensión	Diámetros mm
DN315	Circular	Diámetro	284.0

El diámetro a utilizar se calculará de forma que la velocidad en la conducción no exceda la velocidad máxima y supere la velocidad mínima establecidas para el cálculo.

3. Descripción de terrenos

Las características de los terrenos a excavar se detallan a continuación.

Descripción	Lecho cm	Relleno cm	Ancho mínimo cm	Distancia lateral cm	Talud
Terrenos sueltos	10	20	72	20	2/1

4. Formulación

Para el cálculo de conducciones de saneamiento, se emplea la fórmula de Manning - Strickler.

$$Q = \frac{A \cdot Rh^{(2/3)} \cdot So^{(1/2)}}{n}$$

$$v = \frac{Rh^{(2/3)} \cdot So^{(1/2)}}{n}$$

donde:

- Q es el caudal en m³/s
- v es la velocidad del fluido en m/s
- A es la sección de la lámina de fluido (m²).
- Rh es el radio hidráulico de la lámina de fluido (m).
- So es la pendiente de la solera del canal (desnivel por longitud de conducción).
- n es el coeficiente de Manning.

5. Combinaciones

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

Combinación	Hipótesis Fecales
Fecales	1.00
Fecales+Pluviales	1.00

Listado general de la instalación

Nombre Obra: SANEAM SUS-5 SAYAL TRAMO 2

Fecha: 30/05/13

6. Resultados

6.1 Listado de nudos

Combinación: Fecales

Nudo	Cota m	Prof. Pozo m	Caudal sim. l/s	Coment.
PS4	413.61	1.78	1.50	
PS5	408.78	1.78	1.50	
SM2	404.00	1.78	3.00	

Combinación: Fecales+Pluviales

Nudo	Cota m	Prof. Pozo m	Caudal sim. l/s	Coment.
PS4	413.61	1.78	1.50	
PS5	408.78	1.78	1.50	
SM2	404.00	1.78	3.00	

6.2 Listado de tramos

Valores negativos en caudal o velocidad indican que el sentido de circulación es de nudo final a nudo de inicio.

Combinación: Fecales

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Pendiente %	Caudal l/s	Calado mm	Velocidad m/s	Coment.
PS4	PS5	41.23	DN315	11.72	1.50	12.46	1.54	Vel.mín.
PS5	SM2	40.86	DN315	11.70	3.00	17.25	1.90	Vel.máx.

Combinación: Fecales+Pluviales

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Pendiente %	Caudal l/s	Calado mm	Velocidad m/s	Coment.
PS4	PS5	41.23	DN315	11.72	1.50	12.46	1.54	Vel.mín.
PS5	SM2	40.86	DN315	11.70	3.00	17.25	1.90	Vel.máx.

7. Envoltente

Se indican los máximos de los valores absolutos.

Envoltente de máximos

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Pendiente %	Caudal l/s	Calado mm	Velocidad m/s
PS4	PS5	41.23	DN315	11.72	1.50	12.46	1.54
PS5	SM2	40.86	DN315	11.70	3.00	17.25	1.90

Se indican los mínimos de los valores absolutos.

Listado general de la instalación

Nombre Obra: SANEAM SUS-5 SAYAL TRAMO 2

Fecha: 30/05/13

Envolvente de mínimos

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Pendiente %	Caudal l/s	Calado mm	Velocidad m/s
PS4	PS5	41.23	DN315	11.72	1.50	12.46	1.54
PS5	SM2	40.86	DN315	11.70	3.00	17.25	1.90

8. Medición

A continuación se detallan las longitudes totales de los materiales utilizados en la instalación.

1A 2000 TUBO PVC

Descripción	Longitud m
DN315	82.09

9. Medición excavación

Los volúmenes de tierra removidos para la ejecución de la obra son:

Descripción	Vol. excavado m3	Vol. arenas m3	Vol. zahorras m3
Terrenos sueltos	476.39	85.07	386.12
Total	476.39	85.07	386.12

Volumen de tierras por tramos

Inicio	Final	Terreno Inicio m	Terreno Final m	Longitud m	Prof. Inicio m	Prof. Final m	Ancho fondo cm	Talud	Vol. excavado m3	Vol. arenas m3	Vol. zahorras m3	Superficie pavimento m2
PS4	PS5	413.26	408.43	41.23	1.78	1.78	71.50	2/1	239.25	42.73	193.91	282.45
PS5	SM2	408.43	403.65	40.86	1.78	1.78	71.50	2/1	237.14	42.35	192.21	279.96

Número de pozos por profundidades

Profundidad m	Número de pozos
1.78	3
Total	3

ANEJO Nº 4 CÁLCULO DE LA BAJA TENSIÓN

La canalización proyectada se ha dimensionado con **previsiones mayores a las estrictas por los cálculos**, para posibles ampliaciones y según la empresa suministradora del servicio.

El objetivo fundamental del diseño de una red de suministro eléctrico es proporcionar la potencia requerida en cada punto de consumo.

Es necesario tener en cuenta las siguientes pautas:

Las condiciones de suministro de potencia a los puntos de consumo, es necesario respetar una serie de condicionantes, tales como caídas de tensión en los consumos o intensidades máximas en los cables.

Facilidad de construcción. La utilización de materiales, secciones y otros elementos fácilmente disponibles en el mercado que se ajusten a las normas tanto en sus dimensiones como en su comportamiento.

Mantenimiento. Conseguir un buen funcionamiento de la instalación para evitar un excesivo y costoso mantenimiento correctivo facilitando el mantenimiento preventivo, es fundamental.

Economía. No sirve tan sólo con hacer que la instalación funcione. Esta debe comportar, además, un coste razonable evitando en lo posible sobredimensionar.

Una vez recogidos todos los datos necesarios, se efectúa el cálculo con respecto a la formulación adecuada en cada caso.

Por razones de economía, el cálculo establece las secciones de los conductores mínimas que satisfagan las siguientes condiciones:

- La red ha de ser capaz de soportar las intensidades requeridas y no sobrepasar unas densidades máximas de corriente fijadas por el reglamento electrotécnico de baja tensión.
- La red ha de ser capaz de suministrar el servicio sin producir una caída de tensión superior al 5% de la tensión nominal.
- La intensidad del cortocircuito y el tiempo de desconexión previstos no ocasionen una elevación transitoria de la temperatura del conductor superior a los límites que pueda soportar sin producirse daños permanentes.

DATOS PREVIOS

Condiciones del suministro

Son necesarios varios datos a la hora de calcular una instalación. Estos datos son, en definitiva, los que marcarán el comportamiento de la misma.

Consumos

Generalmente, éste es el principal condicionante en el funcionamiento de la instalación. Dependen en gran medida del tipo de instalación, siendo habituales tres tipos fundamentales a nivel de urbanización:

Red de media tensión. Conecta los centros de transformación de la zona a urbanizar con la red existente de media tensión.

Red de baja tensión. Distribuye la potencia desde los centros de transformación hasta los puntos de consumo en baja tensión.

Redes de alumbrado público. Distribuyen la potencia necesaria para alimentar los puntos de luz que configuran la instalación.

De forma orientativa, en el siguiente cuadro se muestran los valores habituales para proyectos:

<u>Concepto</u>	<u>Potencia</u>
Viviendas	
Grado de electrificación bajo	2.1 kw/viv
Grado de electrificación básico	5.75 kw/viv
Grado de electrificación alto	9.2 kw/viv
Locales comerciales	100 w/m ²
Naves industriales	125 w/m ²
Colegios	50 w/m ²
Garajes	
Con extracción forzada	5 w/m ²
Con ventilación natural	2 w/m ²
Alumbrado público	1 w/m ² de viario

Adicionalmente, hay que tener en cuenta no sólo los habitantes actuales de las zonas que se desea urbanizar, sino que también hay que realizar una previsión de un posible crecimiento de la población a la que habrá que abastecer desde la red que se está calculando. De forma orientativa, se puede calcular la población futura como:

$$P = P_a \cdot (1 + \alpha)^t$$

Siendo:

P – la población futura

P_a – población del último censo

α - tasa de crecimiento de la población

t – tiempo transcurrido desde el último censo en años.

En algunos casos, puede ser interesante el uso de un coeficiente que incremente o reduzca, de forma general, los consumos de una red. De esta forma es posible simular funcionamientos estacionales o con menores ocupaciones. Este coeficiente solo se aplica en el momento de cálculo sobre los caudales consumidos en los nudos.

Suministros de la red.

Una red eléctrica recibe alimentación por uno o varios puntos. Dependiendo del tipo de red eléctrica los suministros pueden ser:

Media tensión: centro de transformación, subestación o red de media tensión existente.

Baja tensión: centro de transformación o red de baja tensión existente.

Alumbrado: centro de transformación con red de baja tensión existente.

Las tensiones de suministro dependen de la franja a la que se distribuye. Baja tensión abarca desde 380 V (400V) hasta los en desuso 125 V.

La distribución de energía eléctrica se realiza en trifásica, aunque en algunas ocasiones, y para tensiones de 220 V ó 125 V, se puede realizar en monofásica. A partir de 380 V (en algunos países incluso a 220 V) se distribuye en trifásica.

Intensidad en los conductores.

Una de las principales limitaciones a la hora de dimensionar una red eléctrica es la intensidad en los conductores.

Cada material, dependiendo de su composición, aislamiento e instalación, tiene una intensidad máxima admisible. Esta intensidad admisible es aquella que, circulando en régimen permanente por el cable, no causa daños en el mismo. Una intensidad superior a la intensidad admisible puede producir efectos con la fusión del material conductor o la pérdida de capacidad dieléctrica del aislante a causa de un deterioro del mismo por exceso de temperatura.

La intensidad admisible viene especificada en los reglamentos vigentes. En función del tipo de instalación, deben considerarse ciertos coeficientes reductores de la intensidad admisible (tipo de enterramiento, temperatura media del terreno, múltiples conductores en la zanja,...)

Tensión en los consumos.

Cuando se diseña una red eléctrica, es necesario asegurar en los consumos una tensión cercana a la tensión nominal de la red eléctrica.

El valor máximo de la caída de tensión en cualquier nudo de consumo con respecto a la tensión nominal de la instalación es de un 5% en redes de suministro y fuerza, y de un 3% en redes de alumbrado público.

Cables.

El funcionamiento de una instalación de suministro de energía eléctrica depende en gran medida del tipo y sección de los cables empleados.

Material conductor.

Determina la resistencia eléctrica de los conductores. Prácticamente los dos únicos utilizados son el cobre y el aluminio.

La resistencia del conductor se expresa en Ω / km . y forma parte de las características que proporciona el fabricante de los cables.

Aislamiento.

Es esta característica la que proporciona dos parámetros básicos:

Tensión nominal. El aislamiento determina el rango de tensión válido para su uso. Se indica esta tensión nominal de uso como el par de tensión simple / tensión compuesta, es decir, tensión entre una fase y el neutro / tensión entre dos fases. Los espesores de los recubrimientos de los cables variarán en función de la capacidad dieléctrica del material aislante.

Reactancia. La capacidad de aislamiento determina la reactancia de fase de un conductor, junto con la disposición del mismo (cable unipolar o tripolar), disposición de blindajes del cable y, en menor medida, distancia entre cables. La reactancia se mide en Ω / km . y se proporciona con las características del cable. Es habitual despreciar este valor en instalaciones de baja tensión por su poca importancia en el cálculo.

Secciones.

El tratamiento de las secciones se realiza a través del uso de bibliotecas de donde se obtienen los materiales a emplear en las obras. Cada material aporta una sección y características eléctricas.

Estas bibliotecas son definibles por el usuario, que puede modificar los coeficientes de rugosidad, así como quitar o añadir diámetros a la serie.

Para cada material existen series predefinidas de secciones normalizadas. Se suele utilizar el número de conductores de fase como multiplicador de la sección.

Para trifásica, por ejemplo, se emplea "3xS", indicando tres conductores de fase de sección S.

En otros casos puede convenir la forma "3xS+S_n" indicando adicionalmente la sección del neutro.

De cada sección se puede definir:

Sección. Sirve para que el programa ordene las secciones de forma creciente, facilitando el proceso de selección tanto manual como a nivel de predimensionado.

Resistencia por unidad de longitud. La resistencia en Ω / km . del conductor.

Reactancia por unidad de longitud. La reactancia en Ω / km . del conductor. Este valor es opcional en caso de redes de baja tensión y puede ser 0.

Intensidad admisible. (A) la intensidad máxima en régimen permanente que soporta el cable.

Secciones mayores proporcionan caídas de tensión menores en los conductores e incrementan la intensidad máxima admisible, pero encarecen el coste de la instalación, ya que se incrementa con la sección el volumen total de metal conductor.

CÁLCULO

Una vez recogidos los datos de partida, se procede al cálculo de la instalación, de acuerdo con los tipos de cables, secciones, potencia demandada y tensión de suministro. Para ello se emplean la formulación y el método de resolución que se detallan a continuación.

Cálculo eléctrico en régimen permanente

En el cálculo de instalaciones eléctricas se utiliza para la resolución del sistema de ecuaciones, sea mallado, ramificado o mixto, el método de los elementos finitos de forma discreta. Como cargas, se utilizan las potencias consumidas en cada uno de los nudos, junto con el $\cos \varphi$ local en dicho consumo. Para obtener la intensidad consumida en el nudo, se emplea:

$$I_{\text{trifásica}} = \frac{P}{\sqrt{3}U_n \cos \varphi_{\text{nudo}}}$$

$$I_{\text{monofásica}} = \frac{P}{U_n \cos \varphi_{\text{nudo}}}$$

Siendo:

I – intensidad consumida en el nudo (A)

P – potencia demandada (W)

U_n – tensión nominal de la instalación. Para instalaciones trifásicas se utiliza la tensión compuesta.

$\cos \varphi_{\text{nudo}}$ – factor de potencia de la carga.

Para la resolución de cada uno de los segmentos de la instalación se calculan las caídas de tensión, entre dos nudos conectados por un tramo, por medio de la ley de Ohm para corriente alterna:

$$\Delta U_{\text{trifásica}} = \sqrt{3}L(R \cos \varphi_{\text{obra}} + X \text{sen} \varphi_{\text{obra}})I$$

$$\Delta U_{\text{monofásica}} = 2L(R \cos \varphi_{\text{obra}} + X \text{sen} \varphi_{\text{obra}})I$$

Siendo:

ΔU – caída de tensión a lo largo del tramo (V)

L – longitud resistente del tramo (m)

R – resistencia por unidad de longitud del tramo (Ω / km .)

$\cos \varphi_{\text{obra}}$ – factor de potencia global de la obra

$\text{sen} \varphi_{\text{obra}}$ – factor de potencia reactiva global de la obra

X – reactancia lineal del tramo (Ω / km .)

I – intensidad circulante por el tramo (A)

Cálculo de la corriente máxima de cortocircuito

Este tipo de cortocircuito sólo se calcula en redes ramificadas y con un solo suministro. Se calcula para cada tramo la intensidad de cortocircuito que debe soportar provocando un cortocircuito en el nudo más cercano a la fuente de alimentación.

Este cortocircuito genera la máxima intensidad que soporta el cable del tramo, ya que un cortocircuito en cualquier otro punto del cable debe contar con la impedancia de la parte del tramo abarcada por el corto, reduciendo la intensidad. De esta manera se contempla un cortocircuito justo en el punto después del nudo.

Para calcularlo se recurre a:

$$I_{cc} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \sqrt{(R_{cc} + R)^2 + (X_{cc} + X)^2}}$$

$$R_{cc} = \frac{\varepsilon_{Rcc} U_n^2}{S_n}$$

$$X_{cc} = \frac{\varepsilon_{Xcc} U_n^2}{S_n}$$

$$\varepsilon_{cc} = \sqrt{\varepsilon_{Rcc}^2 + \varepsilon_{Xcc}^2}$$

Siendo:

I – intensidad de cortocircuito (A)

U_n – tensión nominal una instante antes de producirse el cortocircuito (V)

R_{cc} – resistencia de cortocircuito del transformador (Ω)

X_{cc} – reactancia de cortocircuito del transformador (Ω)

ε_{cc} , ε_{Rcc} , ε_{Xcc} – porcentajes de la tensión de cortocircuito. Se especifican en las características del transformador. Se expresan en %, pero se emplean en la formulación en tanto por uno.

R – resistencia de los cables que forman el camino desde la fuente de alimentación hasta el nudo donde se produce el cortocircuito (Ω).

X – reactancia de los cables que forman el camino desde la fuente de alimentación hasta el nudo donde se produce el cortocircuito (Ω_r)

S_n – potencia del transformador (VA)

Cálculo de la corriente de cortocircuito

Este tipo de cortocircuito se calcula en redes ramificadas y con un solo suministro, para conocer la sensibilidad mínima de las protecciones que deben proteger la instalación. Se considera el cortocircuito en el punto más alejado de cada ramal, lugar donde se produce una intensidad menor cuando se genera cortocircuito.

Para calcularlo se recurre a la fórmula:

$$I_{cc} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \sqrt{(R_{cc} + R)^2 + (X_{cc} + X)^2}}$$

$$R_{cc} = \frac{\varepsilon_{Rcc} U_n^2}{S_n}$$

$$X_{cc} = \frac{\varepsilon_{Xcc} U_n^2}{S_n}$$

$$\varepsilon_{cc} = \sqrt{\varepsilon_{Rcc}^2 + \varepsilon_{Xcc}^2}$$

Siendo:

I – intensidad de cortocircuito (A)

U_n – tensión nominal una instante antes de producirse el cortocircuito (V)

R_{cc} – resistencia de cortocircuito del transformador (Ω)

X_{cc} – reactancia de cortocircuito del transformador (Ω)

ε_{cc} , ε_{Rcc} , ε_{Xcc} – porcentajes de la tensión de cortocircuito. Se especifican en las características del transformador. Se expresan en %, pero se emplean en la formulación en tanto por uno.

R – resistencia de los cables que forman el camino desde la fuente de alimentación hasta el nudo donde se produce el cortocircuito (Ω).

X – reactancia de los cables que forman el camino desde la fuente de alimentación hasta el nudo donde se produce el cortocircuito (Ω_r)

S_n – potencia del transformador (VA)

Cortocircuito en bornes del primario del transformador

Para cada nudo de alimentación de la red se calculan las corrientes de cortocircuito que generaría un cortocircuito en los bornes del primario del transformador.

Esta intensidad permite calcular la línea de alimentación requerida para el transformador.

Para ello, se utiliza la fórmula:

$$I_{cc,p} = \frac{S_R}{\sqrt{3}U_p}$$

Donde:

$I_{cc,p}$ – intensidad permanente de cortocircuito en el primario (A)

S_R – potencia de cortocircuito de la red eléctrica. Los valores usuales suelen rondar los 350 MVA. Este valor es proporcionado por los servicios técnicos de la compañía eléctrica suministradora (VA)

U_p – tensión nominal del primario del transformador (V)

La intensidad obtenida sería la intensidad permanente de cortocircuito, que se emplea para el estudio de los efectos a nivel térmico.

Se calcula la intensidad máxima de cortocircuito, que aparece en el instante inicial, como:

$$I_{cc,max} = 2.5I_{cc,p}$$

La intensidad de cortocircuito máxima permite estudiar fenómenos del tipo electrodinámico.

Cortocircuito en los bornes de secundario del transformador

Para cada nudo de alimentación de la red, se calculan las corrientes de cortocircuito que generaría un cortocircuito de primario del transformador.

Este cálculo tiene dos variantes:

- Suponiendo potencia infinita en el primario. Proporciona valores mayores de intensidad de cortocircuito.

- Suponiendo potencia finita en el primario. Se obtienen intensidades de cortocircuito menores.

Para el caso de potencia infinita se utiliza la fórmula:

$$I_{cc} = \frac{U_n}{\sqrt{3}\sqrt{(R_{cc} + R)^2 + (X_{cc} + X)^2}}$$

$$R_{cc} = \frac{\varepsilon_{Rcc} U_n^2}{S_n}$$

$$X_{cc} = \frac{\varepsilon_{Xcc} U_n^2}{S_n}$$

$$\varepsilon_{cc} = \sqrt{\varepsilon_{Rcc}^2 + \varepsilon_{Xcc}^2}$$

Siendo:

I – intensidad de cortocircuito (A)

U_n – tensión nominal una instante antes de producirse el cortocircuito (V)

R_{cc} – resistencia de cortocircuito del transformador (Ω)

X_{cc} – reactancia de cortocircuito del transformador (Ω)

ε_{cc} , ε_{Rcc} , ε_{Xcc} – porcentajes de la tensión de cortocircuito. Se especifican en las características del transformador. Se expresan en %, pero se emplean en la formulación en tanto por uno.

R – resistencia de los cables que forman el camino desde la fuente de alimentación hasta el nudo donde se produce el cortocircuito (Ω).

X – reactancia de los cables que forman el camino desde la fuente de alimentación hasta el nudo donde se produce el cortocircuito (Ω .)

S_n – potencia del transformador (VA)

En el caso de suponer una potencia finita en el primario:

$$Z_t = 1 + \left(\frac{\varepsilon_{cc} S_R}{S_n} \right)$$

$$S_{cc} = \frac{S_R}{Z_t}$$

$$I_{cc,s} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3}U_n}$$

Donde S_R es la potencia de cortocircuito de la red eléctrica.

La intensidad obtenida sería la intensidad permanente de cortocircuito, que se emplea para el estudio de los efectos a nivel térmico. Se calcula la intensidad máxima de cortocircuito, que aparece en el instante inicial, como:

$$I_{cc,max} = 2.5I_{cc,s}$$

La intensidad máxima de cortocircuito permite estudiar fenómenos de tipo electrodinámico.

Resolución del sistema mallado.

Para resolver el sistema mallado, se emplea una variante del método de los elementos finitos discretizados. Se considera el modelo de la conducción como una matriz de rigidez [K] para cada uno de los elementos de la red:

$$[K] = G^{(e)} \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix}$$

Donde $G^{(e)}$ es factor que relaciona la caída de presión en el elemento "e" con el caudal circulante de forma lineal. Se denominará a $G^{(e)}$ factor de rigidez del elemento "e".

Se realiza posteriormente el ensamblado de las matrices de rigidez de la instalación en una sola matriz, cuya resolución se aborda por métodos frontales. Gracias a este método es posible resolver indistintamente sistemas mallados, ramificados o mixtos, con uno o varios puntos de suministro a tensión fija.

ANEJO 5. ALUMBRADO PÚBLICO

FUNCIONES DE LA RED DE ALUMBRADO

La red proyectada cumplirá las siguientes funciones:

- Garantizar un suministro suficiente para las necesidades previstas
- Primar la total seguridad en el servicio de alumbrado
- Permitir una fácil orientación
- Proporcionar una iluminación suficiente y que ofrezca la máxima seguridad, tanto al tráfico rodado como al de peatones
- Proporcionar un aspecto atractivo a las calles durante la noche.

JUSTIFICACIÓN DE LA RED DE ALUMBRADO

DEFINICIONES

a) Red de distribución: Conjunto de conductores propiedad de la empresa eléctrica a través de los cuales se da suministro al usuario.

b) Acometida: Es la parte de la instalación comprendida entre la red de distribución y la caja o cajas generales de distribución para suministros en baja tensión.

c) Receptor: Aparato o máquina eléctrica que utiliza la energía eléctrica para un fin particular.

c.1) Báculo: Poste en forma de cayado.

c.2) Brazo del báculo: Parte del báculo comprendida entre el punto en que su eje deja de ser vertical y su extremo.

c.3) Poste con brazo: Parte que lleva adosado el brazo que soporta el punto de luz.

c.4) Punto de luz: Conjunto de la luminaria y lámpara o lámparas que aloja en su interior.

c.5) Luminaria: Aparato que sirve para repartir, filtrar o transformar la luz de las lámparas y que incluye todas las piezas necesarias para fijar y proteger las lámparas y conectarlas al circuito de alimentación.

c.6) Proyector: Luminaria en la cual la luz es concentrada en un ángulo sólido determinado por un sistema óptico a fin de obtener una intensidad luminosa elevada.

Vamos a proceder a la definición de algunos conceptos fotométricos:

f.1) Luminancia: intensidad luminosa de una superficie en una dirección dada por unidad de área proyectada de la superficie. Se mide en candelas/metro cuadrado.

f.2) Intensidad luminosa: Cociente del flujo luminoso que abandona una superficie y se propaga en un elemento de ángulo sólido contenido en la dirección. Su unidad es la candela.

f.3) Flujo luminoso. Es la magnitud que mide la potencia o caudal de energía de la radiación luminosa. Se mide en lúmenes.

f.4) Iluminación: Cociente entre el flujo luminoso que se mide en una superficie por el área de ese elemento. Su unidad es el lux.

CONDICIONES DE TRAZADO.

Se fijarán teniendo en cuenta, como criterio general, que los distintos circuitos que componen la red de alumbrado y distribución no presenten problemas de sobrecargas, caídas de tensión y se encuentren totalmente protegidos.

Red de alumbrado urbano.

El alumbrado urbano en función de la misión que desempeña, lo podemos clasificar en:

- Iluminación de vías de tráfico peatonal o rodado.
- Iluminación de edificios y espacios arquitectónicos singulares.
- Iluminación de campos de deporte.
- Iluminación de zonas ajardinadas y esparcimiento.
- Iluminación de imágenes urbanas y paisajísticas.
- Iluminación de vías de tráfico:

Para la disposición en planta de los puntos de luz se comenzará por la distribución de éstos en curvas, cruces o plazas, y una vez situados éstos, se distribuirán los tramos rectos ajustándose lo más posible a la separación "S" elegida en cálculo.

- Vías de tráfico en ambos sentidos:

Hay tres formas básicas de distribución de luminarias:

- 1) **Unilateral:** Los puntos de luz se disponen en un mismo lado de la calzada. Se utilizará cuando la anchura de la vía $A < H$ (altura de montaje de la luminaria).
- 2) **Tresbolillo:** Los puntos de luz se disponen a ambos lados de la vía a tresbolillo o en zigzag. Se utilizará preferentemente si el ancho A de la vía es de 1 a 1,5 veces H .
- 3) **Pareada:** Los puntos de luz se disponen uno opuesto al otro. Se utilizará cuando $A > 1,5 H$.

- Vías de tráfico en ambos sentidos con mediana de separación:

- 1) Para cualquier valor de b .
- 2) Para b comprendido entre 1 y 3 metros.
- 3) Para $b > 3$ metros.

- Disposición en curvas:

Se consideran tramos curvos, a efectos de iluminación, aquellos cuyo radio medio sea menor de 300 metros.

Se nos pueden plantear 2 casos:

- 1) $A < 1,5 H$. En este caso los puntos de luz se situarán en la parte exterior de la curva, disponiéndose un punto de luz en la prolongación de los ejes de circulación. La separación será tanto menor cuanto mayor sea el radio de curvatura variando entre $3/4$ y $1/2$ de la separación media elegida en el apartado de cálculo para tramos rectos.
- 2) $A > 1,5 H$. En este caso la distribución debe ser pareada. Se evitará la distribución a tresbolillo.

- Disposición en cruces:

Debe prevalecer el criterio de que la iluminación en cruces de dos vías ha de ser igual o superior a la mayor de las iluminancias de las vías que concurran en él.

- Disposición en plazas:

La altura de montaje H de los puntos de luz ha de ser igual a la de los puntos de luz de la vía principal que confluya en la plaza a iluminar, pudiéndonos plantear tres casos:

- 1) La iluminación de la rotonda es $\approx 1,5$ veces la iluminación media de la calzada. En este caso se debe contar con una iluminación suplementaria.
- 2) Si la parte central de la plaza tiene un diámetro menor de 18 metros se instalará en su centro un punto de luz especial en poste a báculo de brazo múltiple.
- 3) Si el diámetro supera los 18 metros, o posee arbolado en el centro deben disponerse puntos de luz en las prolongaciones de los ejes de circulación.

- Disposición en aparcamientos:

Los puntos de luz en aparcamientos o bandas de estacionamiento en los márgenes de las vías de tráfico rodado, se distribuirán asimilando aquellos a tramos rectos cuyo ancho de calzada sea la suma del ancho de la banda de circulación más la profundidad de la banda o bandas de aparcamiento.

- Disposición en vías de pendiente:

Cuando se realice la iluminación de una vía con pendiente se inclinarán las luminarias de forma que su eje de simetría sea perpendicular al eje de la calzada, situándose un punto de luz en los cambios de rasante.

En todos los casos especificados deberá tenerse en cuenta el arbolado.

Asimismo se seguirán las recomendaciones CIE en su documento núm. 12 (1975) en su 2ª edición.

- Iluminación de edificios y su entorno.

Se basa en la alternancia entre luminosidades para lograr sugestivos efectos para destacar puntos concretos y significativos del paisaje urbano.

- Iluminación de zonas de esparcimiento: parques y jardines.

Tiene como cometido realzar árboles notables, determinadas alamedas, y también, aportar vistosidad en los espacios reservados a peatones, en los cuales la disminución del nivel luminoso con los viales de tráfico rodado es manifiesto.

- Iluminación de zonas deportivas.

Se refiere tanto a pistas deportivas como a gradas y espacios de estancia, con la pretensión de cumplir un doble objetivo: lograr un adecuado rendimiento de la instalación al iluminar exclusivamente y con la misma intensidad los espacios realmente utilizados y tratar de concentrar la atención del espectador y su confort visual así como el de los deportistas actuantes, en la actividad que se está desarrollando en la zona de juego.

ALUMBRADO DE EXTERIORES

Los niveles de iluminación considerados en el proyecto los obtenemos de la siguiente tabla:

Espacio a iluminar en lux	Niveles de iluminación	
	Bueno	Muy bueno
1.- Alumbrado público		
Autopistas	20	40
Carreteras con tráfico denso	15	30
Carreteras con tráfico medio	10	20
Calle de barrio industrial	10	20
Calle comercial con tráfico rodado	10	20
Calle comercial sin tráfico rodado importante	7,5	15
Calle residencial con tráfico rodado	7,5	15
Calle residencial sin tráfico rodado importante	5	10
Grandes plazas	20	25
Plazas en general	8	12
Paseos	12	16
Túneles:		
Durante el día	100	200
Alumbrado de acceso	1.000	2.000
Durante la noche	30	60
2.- Alumbrado industrial exterior		
Zonas de transporte	20	40
Lugares de almacenaje	20	40
Alumbrado de vigilancia	5	10
Entradas	50	100
3.- Alumbrado por proyectores		
Campos de fútbol	300	1.000
Pistas de tenis	100	300
Pistas de patinaje	10	50

LUMINARIAS.

Los datos correspondientes a las características fotométricas de las luminarias vendrán dados por:

- curvas de distribución de intensidad.
- curvas isocandelas representadas en el sólido fotométrico o diagrama rectangular.
- curvas isolux en función de la altura del punto de luz.
- curvas de utilización que permiten calcular el flujo luminoso que incide sobre el plano a iluminar deduciéndose la separación entre unidades luminosas si se conoce la iluminancia que se desea alcanzar.

MATERIALES.

Los materiales a emplear en la instalación de alumbrado deben disponer unas características tales que garanticen el logro de los objetivos que se desean alcanzar con la iluminación, de forma económica y aseguren la continuidad de su funcionamiento y que no puedan ser causa de accidentes para el usuario de la vía pública, así como de cualquiera de los usos definidos.

Fuentes luminosas

En el alumbrado urbano se utilizan, normalmente, lámparas de descarga, tubos fluorescentes, lámparas de luz mezcla, vapor de mercurio, halogenuros metálicos y vapor de sodio, y en menor proporción, lámparas incandescentes. Estos tipos de lámparas difieren unas de otras por el principio de emisión de la luz y por el color de ésta. Así en las lámparas de incandescencia la luz es emitida por un filamento metálico que se calienta por el paso, a su través, de la corriente eléctrica. En las lámparas de sodio, la luz es producida por la descarga eléctrica a través del vapor de éste metal. En las lámparas de vapor de mercurio de color corregido y tubos fluorescentes, la luz se produce, en parte, por la descarga eléctrica en el vapor de mercurio y, en parte, por la radiación de la sustancia fluorescente depositada en la pared interior de la ampolla o el tubo, la cual es excitada por la radiación ultravioleta de la descarga.

Las características de las lámparas deben ser facilitados por el fabricante de las mismas en cada caso, sirviendo a modo de ejemplo lo que se referencia a continuación:

- **Lámparas de incandescencia.** Generan un color blanco rosado. Durante su funcionamiento el filamento de la lámpara se evapora aumentando su resistencia, lo que reduce el consumo y el rendimiento luminoso. Además las partículas de tungsteno evaporadas se depositan en la ampolla y absorben parte del flujo luminoso. Las potencias utilizadas oscilan entre 75 y 1500 vatios. El rendimiento, (de 12 a 22 lúmenes/vatio), la vida (1000 horas) y consumo de las lámparas están muy afectadas por las variaciones de tensión de la red. Las inconveniencias marcadas hacen que cada vez se utilicen menos este tipo de lámparas en el alumbrado público, recomendándose su utilización en vías muy poco importantes, con iluminancias muy bajas, ya que ello exige fuentes de luz de reducida potencia luminosa.

- **Lámparas de incandescencia con yodo.** Su color es blanco rosado similar al de las lámparas de incandescencia. Dado el proceso regenerativo del filamento a lo largo de su vida, (2000 horas) el flujo luminoso permanece prácticamente constante. Resultan de menor tamaño que las anteriores, precisando de un vidrio más resistente (casi siempre cuarzo). Al igual que ocurría en las lámparas incandescentes el rendimiento, (de 20 a 26 lúmenes/vatio), se ve afectado por las variaciones de tensión en la red.

- **Lámparas de luz mezcla o mixta.** Su color es blanco aproximándose a la luz del día. Contiene una misma ampolla, un filamento incandescente y un tubo de descarga de vapor de mercurio de alta presión, conectados en serie. El filamento incandescente realiza una doble función, como fuente de luz y como estabilizador del bulbo de descarga, por lo que, al contrario de las demás lámparas de vapor de mercurio, no necesitan accesorios para su funcionamiento. Durante el mismo, el flujo emitido por la lámpara, se reduce por las razones que se indica, para las lámparas incandescentes y las de vapor de mercurio. El rendimiento (de 18 a 22 lúmenes/vatio) y el consumo de la lámpara, así como su vida (3000 horas) están muy influenciados por las variaciones de tensión en la red. Se usan en interiores y en exteriores (calles, plazas, etc.).

- **Lámparas de vapor de mercurio.** Emiten una luz blanca. Se fabrican con la ampolla clara, de vidrio normal o extraduro, metalizadas o no, si bien es cierto que las más utilizadas para el alumbrado de las vías públicas son de ampolla de vidrio extraduro, sin metalizar y de color corregido mediante el recubrimiento interior de la ampolla con una sustancia fluorescente. Posee un alto rendimiento luminoso, 32 a 55 lúmenes/vatio y una larga vida media (12000 horas). Durante su funcionamiento el flujo emitido por la lámpara se reduce debido a que el tubo del arco se ennegrece gradualmente por depósito del material que emite el electrodo, y a causa de la contaminación del gas del arco por éste mismo material y por el gas que penetra en su interior. Por otra parte, no son tan susceptibles a las variaciones de tensión en la red como les ocurría a las lámparas anteriores. Se utilizan en alumbrado exterior (público, instalaciones industriales, obras) e interior.

- **Tubos fluorescentes.** El color de la luz es blanco. Durante su funcionamiento el flujo emitido por la lámpara se reduce porque el tubo se ennegrece, principalmente en sus extremos, al depositarse la materia emisora de los electrodos y el mercurio. El consumo y el rendimiento luminoso (de 50 a 75 lúmenes/vatio) de los tubos fluorescentes son poco influenciados por las variaciones de tensión. Estas acortan la vida del tubo, que posee una vida media de 7500 horas, aunque su influencia es relativamente poco importante, menor incluso que las lámparas de vapor de mercurio

- **Lámparas de sodio.** Se presenta en baja o alta presión. En el primer caso, la luz es monocromática amarilla, con un elevado rendimiento luminoso (hasta 178 lúmenes/vatio) y una larga vida (5000 horas). Su utilización se limita a aquellos casos en que no tiene una gran importancia la discriminación de colores, por ello deben iluminarse las señales de tráfico con fuentes que permitan una adecuada reproducción de colores en aquellas vías que cuenten con un alumbrado realizado con lámparas de sodio. Durante su funcionamiento el flujo emitido por la lámpara se reduce por los mismos motivos a los indicados para las lámparas de vapor de mercurio.

El sodio alta presión permite ampliar el espectro dando una luz blanco dorado, conservando un alto rendimiento luminoso (de 78 a 118 lum./W.), capacitándolo para un alumbrado público e industrial.

- **Halogenuros metálicos.** Es similar en cuanto a su constitución se refiere al vapor de mercurio alta presión. Su rendimiento luminoso es de 70 a 86 lum./W. y su duración útil de 4.000 horas. Su alta temperatura de color y excelente reproducción cromática, hace que se adapten a las exigencias del cine, TV en color, recintos deportivos, etc.

Condensadores

Podrán ser o no de ejecución estanca, siendo válidas, en cuanto a la utilización de uno u otro tipo, las recomendaciones hechas para las reactancias. Deberán cumplir las siguientes exigencias:

- Llevarán inscripciones en las que se indique el nombre o marca del fabricante, el número de catálogo, la tensión nominal en voltios, la intensidad nominal en amperios, la capacidad nominal en microfaradios y la frecuencia nominal en hertzios.
- El aislamiento entre uno cualquiera de los bornes y la cubierta metálica exterior será, como mínimo, de 2 megaohmios y resistirá durante 1 minuto una tensión de prueba de 2000 voltios a frecuencia industrial.
- El condensador, alimentado a la tensión y frecuencia nominales, absorberá una corriente no inferior en más de un 5 % ni superior en más de un 10 % a la intensidad nominal.

Luminarias.

Ya vimos que su objeto es dirigir sobre la calzada, con el mínimo de pérdidas, el flujo luminoso emitido por las lámparas y proteger éstas contra la intemperie. Para su elección se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Las fuentes de luz que se van a utilizar.
- Las características fotométricas.
- La hermeticidad y, si son abiertas, su ventilación o no.
- Resistencia a los agentes atmosféricos.
- Facilidad de su conservación e instalación.
- Conveniencia o no de instalar accesorios en su interior.
- Costo.
- Estética.

Las luminarias deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Ser fáciles de montar, desmontar y limpiar.
- Asegurar una cómoda y fácil reposición de la lámpara, así como de los accesorios.
- Permitir que la lámpara funcione en condiciones apropiadas de temperatura, para lo cual debe asegurar la refrigeración necesaria, así como la protección contra el frío o calor.
- Proteger a la lámpara de la humedad y demás agentes atmosféricos.
- Proteger del polvo y efectos mecánicos.
- Proteger al portalámparas y sus conexiones eléctricas con la lámpara y la red.
- Permitir un buen rendimiento de la potencia luminosa instalada.

Soportes.

Los soportes deben resistir solicitaciones mecánicas tan dispares como el empuje del viento, peso de la nieve, acción corrosiva de los agentes atmosféricos, debiendo, además, ser ligeros para facilitar su manipulación y tener un aspecto estético agradable.

Se deberá hablar del material que los confecciona. Si es acero, puede ser trefilado o soldado, presentando buena resistencia a las solicitaciones mecánicas y a la corrosión, siendo su peso inferior al del hormigón. Los de hormigón centrifugado presentan larga duración, comportándose bien en atmósferas corrosivas. Son menos flexibles que los de acero.

En el caso de aluminio se aligera aún más el peso y si además es galvanizado, prácticamente no requiere mantenimiento. El plástico, por su parte, es ligero, presenta buena resistencia a la corrosión, un aislamiento eléctrico elevado y una mayor flexibilidad que el acero.

Los báculos metálicos resistirán, como mínimo, una carga vertical de 30 kg aplicada en el extremo del brazo, y lo postes o báculos una fuerza horizontal de acuerdo con los valores indicados a continuación, en las que señalan las alturas de aplicación contadas a partir de la superficie del suelo:

En el caso de postes de hormigón no presentarán defectos de ejecución que modifiquen su aspecto ni irregularidades o faltas que puedan comprometer su resistencia, tales como fisuras no capilares, cascarilla o segregación aparente del hormigón. Los báculos resistirán, como mínimo un peso de 30 kg y una fuerza horizontal según los valores que se manifiestan a continuación: La longitud del brazo de los báculos no será superior a 1/3 de la altura útil de éstos. En la base, o si ésta no existe en el fuste, se dispondrá una puerta de registro provista de cerradura.

Esta puerta y la cavidad a que dé acceso deberán ser de dimensiones suficientes para permitir el alojamiento de los accesorios de las lámparas cuando se prevea su instalación en el interior del poste o báculo de los fusibles y de los terminales de los cables.

Conductores

Los conductores que se utilicen en las instalaciones de alumbrado urbano deberán cumplir lo establecido en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (Decreto 2413/1973, de 20 de Septiembre y Real Decreto 2295/1985, de 9 de octubre). Se tendrá en cuenta especialmente lo establecido en el art. 11 sobre instalaciones de alumbrado público.

"Art. 11 .A efectos de la aplicación de los preceptos de este Reglamento, se consideran instalaciones de alumbrado público las que tienen por finalidad la iluminación de las vías de circulación o comunicación y las de los espacios comprendidos entre edificaciones que, por sus características o seguridad general, deben permanecer iluminados en forma permanente o circunstancial, sean o no de dominio público.

Las condiciones a exigir en las instalaciones de alumbrado público corresponden a su peculiar situación de intemperie y, por el riesgo que supone, el que parte de sus elementos sean fácilmente accesibles.

Los sistemas de apoyo o sustentación, las luminarias, sus redes de alimentación, las conexiones a las de distribución y, en general, las condiciones técnicas y de seguridad específicas para estas instalaciones, son objeto de la correspondiente Instrucción Técnica complementaria a este Reglamento que esté vigente en el momento de su aplicación."

En las instalaciones de alumbrado pueden utilizarse **para montajes aéreos** sobre aisladores, conductores desnudos o aislados con algodón, trenza textil y barniz. **Los cables de cobre** para líneas eléctricas aéreas satisfarán exigencias de la Norma UNE 21.012.

Cuando los cables vayan grapados sobre las paredes de los edificios, se podrá utilizar el tipo UNE GP (UNE 21.026) o bien cables aislados con materiales plásticos.

En **las instalaciones subterráneas**, si el cable se coloca en el interior de un canal de obra, tubo de cemento, cerámico o fibrocemento, se pueden utilizar cables de los tipos UNE P, UNE PT o aislados con materiales plásticos. Si el cable se emplease sobre lecho de arena y con protección superior de ladrillos, pueden emplearse los tipos UNE PT, UNE PF o aislados con materiales plásticos especiales.

En el interior de brazos, postes o báculos se emplearán preferentemente cables aislados con materiales plásticos.

Los alambres de cobre para conductores eléctricos, satisfarán la Norma UNE 21.011, y los de cobre recocido y estañado la Norma UNE 21.064.

Con respecto al aislamiento o cubierta de los cables, a continuación se indican las características mecánicas antes y después del envejecimiento acelerado para los tipos normal y especial.

PROTECCIONES

Protección contra los contactos indirectos.

Aparatos de clase I: Provistos de aislamiento funcional en todas sus partes y de un borne para la puesta a tierra. Se pueden emplear conectados a sistemas eléctricos cuya tensión de alimentación sea igual o mayor de 50 voltios respecto a tierra en corriente alterna, e igual o mayor de 75 voltios respecto a tierra en corriente continua.

Aparatos de clase II: Están provistos de aislamiento especial y no tienen borne para la puesta a tierra. Se utilizan como alternativa a los de clase I en aquéllos casos en que no se considera factible la conexión a tierra de los aparatos o en que dicha conexión no ofrece garantías en cuanto a su eficacia. Todos los accesorios deben ser de clase II. El símbolo debe figurar entre los datos consignados en la placa de características del aparato: tensión, potencia y frecuencia nominal de la fuente luminosa, y todos aquellos datos que faciliten un empleo racional de la misma.

Protección contra contactos directos y contra la penetración de líquidos y polvo.

Con relación a este tipo de protección, los aparatos destinados al alumbrado público se clasifican de esta manera:

IP	
1ª Cifra	Protección contra las entradas de cuerpos sólidos
0	Ninguna protección prevista
1	Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 50 mm. (Ejemplo: contactos involuntarios de las manos)
2	Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 12 mm. (Ejemplo: dedos de la mano)
3	Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 2,5 mm. (Ejemplo: herramientas, cables,...)
4	Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 1 mm. (Ejemplo: herramientas finas, pequeños cables,...)
5	Protegido contra el polvo. (Sin sedimentos perjudiciales) Totalmente protegido contra el polvo.

IP	
2ª Cifra	Protección contra las entradas de líquidos
0	Ninguna protección prevista
1	Protección contra las caídas verticales de gotas de agua. (Condensación).
2	Protección contra las gotas de un líquido: las gotas de un líquido que caen no deberán causar ningún efecto nocivo o perjudicial cuando la envolvente esté inclinada en un ángulo de hasta 15° con respecto a la vertical
3	Protección contra la lluvia: el agua que cae bajo forma de lluvia con un ángulo igual o inferior a 60° con respecto a la vertical, no deberá causar ningún efecto nocivo o perjudicial
4	Protección contra las salpicaduras: un líquido que salpique en una dirección cualquiera no deberá causar ningún efecto nocivo o perjudicial.
5	Protección contra los chorros de agua: el agua proyectada por una boquilla en una dirección cualquiera, en condiciones determinadas, no deberá causar ningún efecto nocivo o perjudicial Protección contra los lanzamientos de agua similar a los golpes de mar.

CÁLCULOS

Los cálculos de iluminación se realizan con el programa de iluminación de viales **de la empresa Carandini** y los cálculos de la línea con el programa **CYPECAD INFRAESTRUCTURAS URBANAS**, haciendo las mismas consideraciones que EN EL ANEJO DE BAJA TENSIÓN.

ANEJO 6. PAVIMENTACIÓN

Se utilizarán distintos pavimentos para cada zona o elemento, las cuales se delimitan y detallan en el plano de replanteo y de secciones del firme. La zona tiene un uso de tráfico ligero, por lo que no es necesario su cálculo pormenorizado del firme, y las secciones son las mínimas constructivas, sancionadas por la práctica, y las recomendadas las [NNS de Sayalonga](#).

ANEJO 7. CUBICACIÓN DE VIALES

Listado de Cubicación

EJE1

P.K.	Sup.Des.	Sup.Ter.	Sup.Veg.	Vol.Des.	Vol.Ter.	Vol.Veg.
0	795,74	0	11,113			
				7.498,33	0	97,70
10	703,93	0	8,428	7.498,33	0	97,70
				1.131,49	0	13,55
11,604	706,90	0	8,473	8.629,81	0	111,26
				6.021,13	0	72,19
20	727,38	0	8,723	14.650,94	0	183,45
				6.947,97	0	85,32
30	662,21	0	8,34	21.598,91	0	268,76
				2.107,50	0	26,60
33,282	622,07	0	7,871	23.706,41	0	295,36
50	728,58	0	10,449	23.706,41	0	295,36
				6.997,85	0	110,13
60	670,99	0	11,577	30.704,27	0	405,49
				3.300,94	0	56,10
64,877	682,69	0	11,427	34.005,20	0	461,59

TOTALES EJE1

SUPERFICIES

Desmonte: 6.300,484 m2. Terraplén: 0,000 m2. Vegetal: 86,401 m2

VOLÚMENES

Desmonte: 34.005,200 m3. Terraplén: 0,000 m3. Vegetal: 461,589 m3

Desbroce: 2.307,946

**Listado de Cubicación
EJE2**

P.K.	Sup.Des.	Sup.Ter.	Sup.Veg.	Vol.Des.	Vol.Ter.	Vol.Veg.
10	701,81	0	12,326			
				2.284,28	0	40,35
13,224	715,24	0	12,707	2.284,28	0	40,35
				3.129,17	0	53,51
17,446	767,07	0	12,639	5.413,45	0	93,86
				1.997,99	0	32,47
20	797,52	0	12,788	7.411,43	0	126,33
				3.131,66	0	50,13
23,932	795,39	0	12,713	10.543,09	0	176,46
				4.802,05	0	77,02
30	787,36	0	12,672	15.345,14	0	253,48
				8.521,56	0	125,38
40	916,95	0	12,404	23.866,70	0	378,87
				4.431,74	0	59,06
44,659	985,49	0	12,947	28.298,44	0	437,92
				5.338,39	0	68,38
50	1.013,53	0	12,658	33.636,83	0	506,30
				10.028,76	0	124,89
60	992,22	0	12,321	43.665,60	0	631,19
				10.064,85	0	125,11
70	1.020,75	0	12,701	53.730,45	0	756,30
				10.180,16	0	125,32
80	1.015,28	0	12,363	63.910,61	0	881,62
				10.149,61	0	125,01
90	1.014,64	0	12,64	74.060,21	0	1.006,63
				902,48	0	11,19
90,899	993,11	0	12,25	74.962,70	0	1.017,82

TOTALES EJE2

SUPERFICIES

Desmante: 12.516,362 m2. Terraplén: 0,000 m2. Vegetal: 176,129 m2

VOLÚMENES

Desmante: 74.962,695 m3. Terraplén: 0,000 m3. Vegetal: 1.017,820 m3

Desbroce: 5.089,099

TOTAL CUBICACIÓN

SUPERFICIES

Desmante: 18.816,846 m2. Terraplén: 0,000 m2 Vegetal: 262,53 m2

VOLÚMENES

Desmante: 108.967,895m3 Terraplén: 0,000 m3 Vegetal: 1.479,409 m3

Desbroce: 7.397,045

DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO

El presente proyecto consta de los siguientes documentos:

DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS

- 1. MEMORIA DESCRIPTIVA**
- 2. ANEJOS A LA MEMORIA**
- 3. MEMORIA JUSTIFICATIVA**
- 4. ANEJO ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

DOCUMENTO Nº 2. PLANOS

- 1. Situación Provincia, Foto aérea, PGOU-AP y municipio.**
- 3. Fincas Iniciales, Topográfico Actual y Edificaciones Existentes**
- 4. Ordenación que desarrolla.**
- 04. Viales, Geometría y Replanteo.**
- 05. Perfil Longitudinal Eje 1 y Eje 2**
- 06. Perfil Transversal Eje 1**
- 07. Perfil Transversal Eje 2**
- 08. Red de Abastecimiento y riego Existente**
- 09. Red de Saneamiento y Pluviales Existente**
- 10. Red de Alumbrado Público Existente**
- 11. Red de Baja Tensión Existente**
- 12. Red de Telefonía Existente**
- 13. Red de Abastecimiento y riego (Existente – Proyecto)**
- 14. Red de Saneamiento y Pluviales (Existente – Proyecto)**
- 15. Red de Alumbrado Público (Existente – Proyecto)**
- 16. Red de Baja Tensión (Existente – Proyecto)**
- 17. Red de Telefonía (Existente – Proyecto)**
- 18. Plano de Señalización**
- 19. Jardinería**
- 20. Jardinería en Zonas Verdes**
- 21. Secciones Transversales de Zonas Verdes**
- 22. Longitudinal red de Saneamiento**
- 23. Relación entre Redes**
- 24. Sección Tipo de Viales**
- 25. Detalles de Saneamiento**
- 26. Detalles de Abastecimiento**
- 27. Detalles de Baja y Media Tensión**
- 28. Detalles de Alumbrado Público**
- 29. Detalles de Telefonía**

DOCUMENTO Nº 3. PLIEGO DE CONDICIONES.

- 1. Prescripciones Generales**
- 2. Condiciones de los materiales**
- 3. Condiciones Generales de ejecución**
- 4. Medición y Abono de las Obras**

DOCUMENTO Nº 4. PRESUPUESTO

- 1. Presupuesto y Mediciones**
- 2. Resumen del presupuesto**

En Sayalonga, a 11 de octubre de 2.013

Manuel J. Medina Arrabal, arquitecto

María Piedad Medina Ortega, arquitecto

