

Proyecto Fin de Máster  
Máster Universitario en Ingeniería Industrial

Diseño de instalaciones de un parque público en  
Arabia Saudí

Autor: Manuel Bernabé del Reino

Tutor: Pablo José Matute Martín

**Dto. Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería**  
**Escuela Técnica Superior de Ingeniería**  
**Universidad de Sevilla**

Sevilla, 2019





Proyecto Fin de Máster  
Máster Universitario en Ingeniería Industrial

# **Diseño de instalaciones de un parque público en Arabia Saudí**

Autor:  
Manuel Bernabé del Reino

Tutor:  
Pablo José Matute Martín  
Profesor titular

Dto. Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería  
Universidad de Sevilla  
Sevilla, 2019



Proyecto Fin de Carrera: Diseño de instalaciones de un parque público en Arabia Saudí

Autor: Manuel Bernabé del Reino

Tutor: Pablo José Matute Martín

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2019

El Secretario del Tribunal



*A mi Familia, siempre en el momento oportuno.*

*A mis Amigos, compañeros de vida.*

*A mis Maestros, los que supieron transmitir la pasión por lo que uno hace*





# Resumen

---

En mundo actual, la revolución tecnológica también ha llegado al ámbito de los proyectos de ingeniería. La comunidad de ingenieros de todo el mundo está totalmente concienciada de que el empleo de estas da un enorme potencial y supone un cambio en la manera de desarrollar los proyectos.

Una aplicación directa de esta revolución es el surgimiento de la tecnología BIM en la que, en un entorno colaborativo, pueden verse involucrados simultáneamente todas y cada una de las partes interesadas en el proyecto. No solo constituyen una herramienta en fase de diseño, sino que poco a poco están siendo desarrolladas para su extensión a todas las fases del ciclo de vida de los proyectos, desde la fase de creación hasta el seguimiento en su etapa operativa.

El objetivo de este documento es recoger un ejemplo de proyecto de ingeniería en el que se desarrollarán usando los diferentes softwares, algunos de ellos con tecnología BIM, las instalaciones de riego, iluminación y suministro eléctrico de un parque público en el país asiático de Arabia Saudí.

Las condiciones climáticas extremas unidas a el cambio normativo que supone el desarrollo en un país extranjero con respeto a la normativa española son dos de los factores que añaden complejidad al proceso de diseño y dimensionado de cada una de las instalaciones.



# Abstract

---

Currently, technological improvements are pushing more and more advances into society, being one of them the opportunity to provide novel solutions to the management of engineering projects. In the last years there has been an enormous increment in research in this area by the engineering community. This might change the life-cycle of the development process in all its phases.

The BIM technology is a clear example of such revolutionary advances. It makes possible to integrate all involved parts among a collaborative environment. Furthermore, it does not only improve early phases of the life-cycle such as creation, but also the rest of them, including deployment and maintenance.

In this report one can find documented a case study of an engineering project that will be carried out using different software technologies, some of them with BIM technology.

Specifically, such a project concerns irrigation, lighting and power supply installations of a public park in the Asian country of Saudi Arabia.

The extreme climate conditions of this country, together with the contrast of normatives with respect to the Spanish standards by developing the project in a foreign country, brings even more complexity to the design process and the estimation of the facilities dimensions.



# Índice

---

<b>Resumen</b>	<b>ix</b>
<b>Abstract</b>	<b>xi</b>
<b>Índice</b>	<b>xiii</b>
<b>Índice de Tablas</b>	<b>xv</b>
<b>Índice de Figuras</b>	<b>xvii</b>
<b>Notación</b>	<b>xix</b>
<b>1 INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1 <i>MOTIVACIÓN</i>	1
1.2 <i>OBJETIVO</i>	1
<b>2 METODOLOGÍA BIM</b>	<b>2</b>
2.1 <i>EL BIM APLICADO AL PROYECTO</i>	4
<b>3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>6</b>
3.1 <i>DISEÑO ARQUITECTÓNICO DEL PARQUE</i>	7
3.1.1 <i>PLANO DE PLANTA</i>	7
3.1.2 <i>UBICACIÓN DE EDIFICIOS</i>	9
3.2 <i>ESTUDIO Y ANÁLISIS DE ESPECIES VEGETALES</i>	10
3.2.1 <i>Introducción</i>	10
3.2.2 <i>Particularidades y aspectos a tener en cuenta.</i>	11
3.2.3 <i>Especies vegetales elegidas</i>	13
<b>4 INSTALACIÓN DE RIEGO</b>	<b>17</b>
4.1 <i>DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN</i>	18
4.2 <i>NORMATIVA DE APLICACIÓN</i>	19
4.3 <i>SOFTWARE EMPLEADO</i>	19
4.4 <i>ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN</i>	19
4.4.1 <i>Tanques y almacenamiento de agua</i>	20
4.4.2 <i>Grupo de bombeo</i>	20
4.4.3 <i>Puntos de conexión (POC)</i>	20
4.4.4 <i>Red de tuberías de riego</i>	21
4.4.5 <i>Válvulas maestras</i>	22
4.4.6 <i>Válvulas de corte y prevención</i>	22
4.4.7 <i>Válvulas antirretorno</i>	22
4.4.8 <i>Válvulas reductoras de presión</i>	22
4.4.9 <i>Electroválvulas (Válvulas de solenoide)</i>	23

4.4.10	Filtros	23
4.4.11	Emisores (goteros)	23
4.4.12	Válvulas de acople rápido	25
4.4.13	Válvulas de purga	25
4.4.14	Arquetas de riego	25
4.5	<i>PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO</i>	26
4.5.1	SECTORIZACIÓN Y CÁLCULO DE NECESIDADES	27
4.5.2	TRAZADO DE RED PRIMARIA	28
4.5.3	AGRUPACIÓN DE SECTORES EN PERIODOS.	29
4.5.4	DIMENSIONADO DE TUBERÍAS	30
4.6	<i>MODELADO DE LA RED</i>	33
<b>5</b>	<b>INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN</b>	<b>36</b>
5.1	<i>DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN</i>	36
5.2	<i>NORMATIVA DE APLICACIÓN</i>	37
5.3	<i>SOFTWARE EMPLEADO</i>	38
5.4	<i>ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN</i>	39
5.5	<i>PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO</i>	41
5.6	<i>RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS</i>	45
5.6.1	INFORME DE CÁLCULO	46
5.6.2	LISTAS DE LUMINARIAS	48
<b>6</b>	<b>INSTALACIÓN DE POTENCIA</b>	<b>49</b>
6.1	<i>DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN</i>	49
6.2	<i>NORMATIVA DE APLICACIÓN</i>	51
6.3	<i>SOFTWARE EMPLEADO</i>	51
6.4	<i>ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN</i>	52
6.4.1	CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN	52
6.4.2	CUADROS DE CONTROL DE EQUIPOS Y MOTORES	52
6.4.3	CUADROS DE ALUMBRADO Y DE CARGAS DE POCA POTENCIA	52
6.4.4	SISTEMA CENTRAL DE BATERIAS (CBS)	53
6.4.5	CABLEADOS	53
6.4.6	CANALIZACIONES	53
6.5	<i>PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO</i>	55
6.5.1	COMPOSICIÓN EN CIRCUITOS Y ESTRUCTURACIÓN DE CUADROS	55
6.5.2	INTRODUCCIÓN Y CÁLCULO EN EL SOFTWARE	58
6.6	<i>RESULTADO DE CÁLCULOS</i>	63
<b>7</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>67</b>

# Índice de Tablas

---

Tabla 3–1. Tipos de transmisión y frecuencia central	14
Tabla 4–1. Tipos de plantas consideradas y sus necesidades diarias de riego	18
Tabla 5–1. Tabla de requerimientos lumínicos mínimos en función de la zona a calcular.	37





# Índice de Figuras

---

Figura 2.1 Curva de MacLeamy. Fuente: Elaboración propia basada en curva de MacLeamy	3
Figura 2.2 Iconos de la aplicación AutoCad Civil 3D ® de la empresa Autodesk ®	4
Figura 2.3 Entorno de trabajo del programa AutoCad Civil 3D	5
Figura 3.1. Localización planteada para la ubicación del parque integrada en un entorno urbano	6
Figura 3.2 Plano en planta del parque objeto del proyecto.	7
Figura 3.3. Definición arquitectónica de la zona central del parque denominada como “valle”	8
Figura 3.4. Definición arquitectónica de una zona planteada para la ubicación de un kiosco con terraza	8
Figura 3.5. Vista aérea de la recreación del parque	9
Figura 3.6. Ubicación en el plano de planta de los edificios técnicos, todos ellos enterrados.	10
Figura 3.7. Diseño vegetal que se pretende conseguir mediante el uso de la vegetación.	11
Figura 3.8 Diseño de zonas con combinación de césped y especies arbóreas	16
Figura 4.1 Representación esquemática de la instalación de riego	20
Figura 4.2 Detalle de la arqueta tipo donde serán alojados los diferentes puntos de conexión de la red.	21
Figura 4.3 Gotero modelo TECHLINE HCVXR elegido para la instalación.	24
Figura 4.4. Disposición en campo elegida para el riego de plantas superficiales (césped y arbustos)	24
Figura 4.5 Disposición en anillo elegida para el riego de árboles y palmeras.	25
Figura 4.6 Detalle suministrado por el fabricante de una arqueta de riego tipo	26
Figura 4.7 Resultado de la creación de los sectores de riego obteniéndose 23 diferentes.	27
Figura 4.8 Tabla resumen de las necesidades de agua por cada sector de riego	28
Figura 4.9. Trazado de la red primaria de riego desde los edificios de tanques hasta los POC.	29
Figura 4.10. Configuración de sectores para cada uno de los periodos de riego	29
Figura 4.11. Caudales de diseño de cada periodo de riego en base a la agrupación de sectores hecha.	30
Figura 4.12 Panel de configuración de la situación de riego en la hoja de cálculo.	30
Figura 4.13. Ruta crítica desde el edificio de tanque IT02 hasta el punto de conexión más desfavorable.	31
Figura 4.14. Tabla final con diámetros y pérdidas de carga para la configuración de la ruta crítica.	32
Figura 4.15 Detalle de modelado del anillo principal y sus derivaciones hasta los puntos de conexión	33

Figura 4.16 Ejemplo de sección longitudinal de una tubería de derivación hasta la arqueta del POC	34
Figura 4.17 Detalle de conexión desde el anillo principal a dos puntos de conexión y sus arquetas.	35
Figura 5.1 Icono corporativo del software DIALux evo perteneciente a la marca DIALux	38
Figura 5.2 Tipo de luminaria Olivio Grande SX 960 12-9 del fabricante Selux	39
Figura 5.3 Tipo de farola Astro 2 – flat glas del fabricante Selux	40
Figura 5.4 Tipo de bolardo BEGA 88657K3 del fabricante	41
Figura 5.5 División y sectorización de las diferentes partes del parque para facilidad en los cálculos.	42
Figura 5.6 Levantamiento de los elementos integrantes de la arquitectura del valle el software DIALux	43
Figura 5.7 Disposición de los elementos luminarias en las lindes de los caminos del parque.	44
Figura 5.8 Resultado gráfico de la iluminancia calculada en el sector.	45
Figura 5.9 Composición de la totalidad del parque mediante la superposición de las diferentes secciones.	46
Figura 5.10 Documento generado con DIALux como resultado del proceso de cálculo del sector A1.	47
Figura 5.11 Documento generado con DIALux como resultado del proceso de cálculo del sector A1.	48
Figura 6.1 Icono corporativo del del software AMTECH DESING perteneciente a la marca Trimble	51
Figura 6.2 Trazado de los 3 principales ramales de conductos para la distribución eléctrica.	55
Figura 6.3 Tabla del cuadro general de alimentación del parque generado en el primer paso del diseño.	56
Figura 6.4 Tabla de cuadro eléctrico de alimentación de motores.	57
Figura 6.5 Tabla de cuadro eléctrico de alimentación de alumbrado.	57
Figura 6.6 Tabla del sistema central de baterías.	58
Figura 6.7 Definición en software Amtech Design de carga correspondiente a bomba hidráulica.	58
Figura 6.8 Definición en software Amtech Design de un circuito de alimentación de alumbrado.	59
Figura 6.9 Definición en software Amtech Design del cable de alimentación de una bomba hidráulica.	60
Figura 6.10 Definición en Amtech Design del dispositivo de protección para una bomba hidráulica.	61
Figura 6.11 Definición en Amtech Design del esquema unifilar de la instalación eléctrica.	62
Figura 6.12 Tabla resumen de las características de los cables y protecciones calculadas.	63
Figura 6.13 Tabla del cuadro general de alimentación con los cables y protecciones obtenidos.	64
Figura 6.14 Tabla de cuadro eléctrico de motores con los cables y protecciones obtenidos.	64
Figura 6.15 Tabla de cuadro eléctrico de alumbrado con los cables y protecciones obtenidos.	65
Figura 6.16 Ejemplo del informe generado por Amtech Design	66

# Notación

---

AEC	Architecture, Engineering & Construction. Arquitectura, ingeniería y construcción.
BIM	Building Information Modeling. Modelado de la información de la construcción.
CAD	Computere Aid Drawing. Dibujo asistido por ordenador.
CBS	Central Battery System. Sistema central de baterías
CPC	Circuit Protection Cable. Cable de protección del circuito
GPM	Galones por minuto
HDPE	High Density PolyEthilene. Polietileno de alta densidad.
IT01	Irrigation Tank Building 01. Edificio de tanques de riego 01.
IT02	Irrigation Tank Building 02. Edificio de tanques de riego 02
KSA	Kingdon of Saudí Arabia. Reino de Arabia Saudí.
LED	Light Emitting Diode. Diodo emisor de luz.
MEP	Mechanical, Electrical & Plumbing. Electricidad, mecánica y sistema de tuberías
MCC	Motor Centered Control. Control centralizado de motores.
MV	Medium Voltage. Media tensión.
POC	Point Of Connection. Punto de conexión.
QCV	Quick Coupling Valve. Válvula de acople rápido.
SPN	Single Phase Neutro. Monofásico.
TPN	Triple Phase Neutro. Trifásico
TSE	Treated sewage effluent. Aguas grises tratadas.



# 1 INTRODUCCIÓN

---

## 1.1 MOTIVACIÓN

Un ingeniero no utiliza su ingenio hasta que no ejerce su profesión.

Las posibilidades que me ha dado mi iniciación en el mundo laboral han permitido empezar a conocer lo que la profesión de ingeniero realmente conlleva. Concretamente, mi participación como ingeniero de proyectos en diversos proyectos a lo largo de esta pequeña trayectoria laboral me han permitido empezar a aplicar los conocimientos adquiridos durante todo el periodo formativo.

Con el objetivo y la motivación de recrear esta situación de desarrollo de un proyecto desde cero nace la idea de desarrollar mi trabajo de fin de Máster en esta línea.

Aprovechando las técnicas e ideas maduradas del diseño de instalaciones concretas durante este periodo se pretende desarrollar las instalaciones MEP de un parque público.

## 1.2 OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo es el diseño y dimensionamiento de las instalaciones de riego, de alumbrado y de baja tensión de un parque de uso público en la península arábrica.

En él se incluirán desde la definición de los propios sistemas hasta los elementos individuales que lo componen. También se mostrará el proceso de dimensionado de los mismo de acorde a las normativas de aplicación en cada una de las disciplinas.

Se hará referencia también a la tecnología BIM, una tecnología emergente y que ha sido aplicada en varios puntos del proyecto que nos ocupa.

## 2 METODOLOGÍA BIM

---

La palabra BIM procede de las siglas inglesas Building Information Modeling. Traducido al castellano se puede interpretar como modelado de la información de la construcción. La tecnología BIM tiene su origen en dos corrientes:

- Lean: sistema de producción desarrollado por la Toyota Motors Company para proporcionar mejor calidad, a un menor coste y con plazos de entrega más cortos mediante la eliminación de desperdicio (improductividad o actividades que no añaden valor).
- IPD: enfoque de la ejecución de proyectos que integra personas, sistemas, estructuras y prácticas empresariales en un proceso que aprovecha colaborativamente el talento y los puntos de vista de todos los participantes para optimizar los resultados del proyecto, aumentar el valor para el cliente, reducir el desperdicio y maximizar la eficiencia en todas las fases de diseño, fabricación y construcción.

En la figura 1.1 se presenta la famosa curva de MacLeamy que muestra la comparación entre el flujo de trabajo en CAD y en BIM. Fundamentalmente, en BIM se emplea más tiempo en la fase de diseño, con el objetivo de tener la mayoría del trabajo abordado al llegar a la fase de documentación. En cambio, en CAD no se invierte mucho tiempo en la fase de diseño, pero los problemas empiezan a surgir a la hora de documentar y coordinar las distintas disciplinas (arquitectura, estructura e instalaciones) del proyecto.

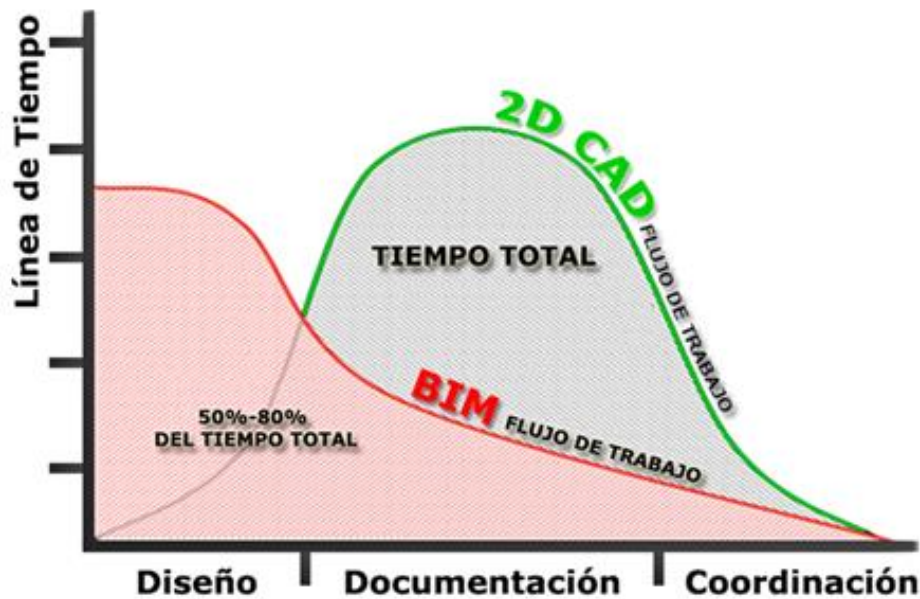


Figura 2.1 Curva de MacLeamy. Fuente: Elaboración propia basada en curva de MacLeamy

En definitiva, BIM es un proceso de generación y gestión de datos del edificio durante su ciclo de vida, que permite crear cualquier elemento (bien en vista 3D o 2D) en tiempo real en la vista activa (2D o 3D), incorporando dicho elemento a la base de datos que constituye el proyecto BIM.

Las principales ventajas que hay a la hora de realizar un proyecto con la tecnología BIM son:

- En un mismo prototipo virtual coexistirán todos los elementos que se materializarán en la obra, con sus materiales concretos y con los detalles constructivos. Es decir, se trabaja con elementos constructivos, y no con líneas, polilíneas, bloques... como se trabaja en CAD.
- Cualquier elemento se crea en tiempo real en la vista activa y en el resto de las vistas del proyecto, es decir, se trabaja en 2D y 3D simultáneamente.
- Trabajar con BIM permite la coordinación de todos los participantes del proyecto y la verificación instantánea de sus tareas por parte del BIM Manager.
- Se podrán analizar las interferencias entre los distintos componentes del modelo, tendiendo a que no se produzcan tantos problemas en obra como se producen actualmente.
- Con la maqueta numérica se podrán realizar simulaciones de las fases de obras, mejorando la gestión del proyecto a la hora de acometer dichas obras.
- Al finalizar la etapa de construcción se dispondrá de un modelo as-built mediante el cual se podrá controlar el facility management de la edificación.
- Apariencia gráfica muy ambiciosa del proyecto de cara al cliente.
- Disminución del número de decisiones a tomar en obra, ya que han sido tomadas en la fase de proyecto
- Con el trabajo en BIM, aumenta el tiempo para realizar el proyecto, ya que se obtendrá como resultado un modelo que contemplará todos los detalles que se materializarán en obra.
- Reducción del costo de materiales.

Antes de la llegada del BIM, la construcción se organizaba de forma individualista: cada miembro del proyecto se centraba en su interés y el proyecto ocupaba un segundo lugar. Por tanto, los métodos de entrega

de oferta generaban un ambiente tenso entre los diferentes miembros del proyecto.

Además, se generaban muchas ineficiencias durante el proyecto, lo cual repercutía directamente en el cliente de forma económica (mayor dinero) y temporal (mayor tiempo en disponer de su construcción).

Con la llegada del BIM se intenta realizar una construcción virtual anterior a la construcción real, reconociendo posibles riesgos del proyecto con anterioridad y poderle dar a dicho problema detectado una solución menos costosa, que si se hubiesen detectado en una fase posterior.

Con la integración de los agentes del proyecto se pretende que todos ellos compartan información valiosa para el proyecto desde etapas tempranas. El fin es realizar una simulación del modelo significativa, es decir, que dicha simulación sea lo más real posible. Todo conocimiento aportado por cualquier integrante del proyecto sirve a los otros integrantes para realizar acciones encaminadas a un objetivo único: realizar un proyecto exitoso.

Una vez que los profesionales de la industria AEC están convencidos del cambio, se empiezan a desarrollar procesos y herramientas BIM cada vez más desarrolladas y aplicables a proyectos reales: no se pretende quedarse con lo que puede hacer el software, sino aplicar las herramientas y procesos a proyectos reales.

Se tiende a realizar softwares y aplicaciones móviles para que, a través de la nube, se pueda tener acceso a la información en cualquier momento y en cualquier lugar, eliminando tiempos de esperas (que se podrían evitar la aplicación de la tecnología existente) y acelerando los procedimientos para alcanzar un proyecto exitoso.

## 2.1. EI BIM APLICADO AL PROYECTO

El desarrollo de este proyecto estaba subrogado a la utilización de la tecnología BIM. Es por ello que parte de las instalaciones objeto de este trabajo hayan sido modeladas y creadas, una vez se han dimensionado con las múltiples herramientas que existen, en un modelo BIM.

Gracias a esto, se pueden conseguir todas las ventajas mencionadas anteriormente. Todas las partes pueden ser desarrolladas de manera paralela, pero a la vez sincronizadas y recogidas en tiempo real en el modelo de coordinación.

En este modelo de coordinación puede verse el avance global del proyecto, así como el grado de avance de cada una de las partes por separado. También facilitará la tarea de resolver y coordinar el trabajo multidisciplinar evitando la colisión de dos instalaciones.

Una de las aplicaciones que está muy presente en este proyecto es el software AutoCad Civil 3d ® de la empresa Autodesk ®.



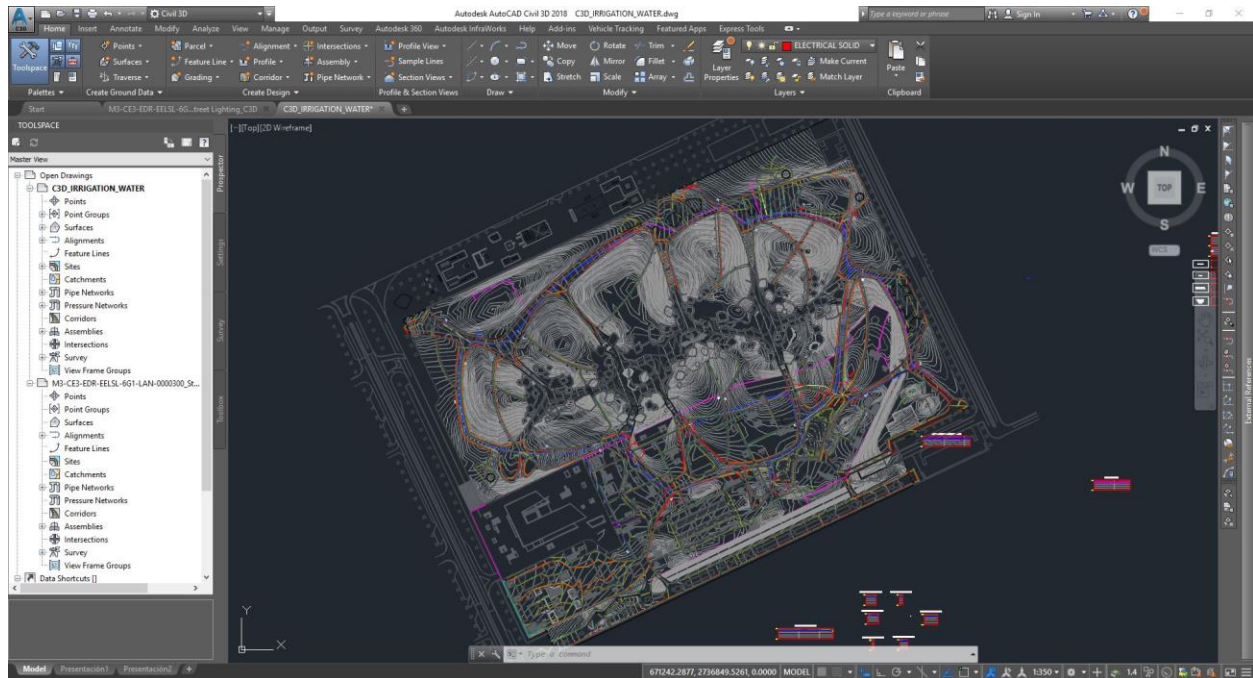
*Figura 2.2 Iconos de la aplicación AutoCad Civil 3D ® de la empresa Autodesk ®*

Dentro del mundo de las aplicaciones BIM, esta empresa es sin duda una de las que a nivel mundial mayor



esfuerzo está hacienda por desarrollar una serie de aplicaciones que tenga integrada esta metodología. Dependiendo del tipo de tarea a realizar será más útil una u otra aplicación de la gama que ofrecen.

El uso de esta facilitará enormemente la tarea de generación de los entregables tales como planos o secciones de las tuberías, así como evitar el choque de elementos de instalaciones distintas.



**Figura 2.3** Entorno de trabajo del programa AutoCad Civil 3D

# 3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

---

El desarrollo que están experimentando las civilizaciones de oriente medio en las últimas décadas está siendo meteórico. Este, propiciado por el elevado poder adquisitivo de estos países gracias a las inmensas reservas de combustibles fósiles, responde a una clara estrategia de aprovechamiento de esta coyuntura económica.

La última finalidad de la totalidad de proyectos de desarrollo de las grandes urbes y capitales no es más que conseguir con ello la evolución como país y poder llegar a alcanzar niveles equiparables al mundo occidental.

A esto, se le debe añadir la percepción de cambio en lo referente a las fuentes de energía que dominarán el mundo en los años venideros, quedando relegadas las fósiles a un segundo nivel. Mediante el impulso de proyectos icónicos y de fama mundial, tanto administraciones públicas como inversores privados buscan conseguir hacer del turismo una fuente importante de ingresos que supla la caída de su poder de generación de riqueza que sufrirán asociada a la caída del petróleo.

En este proyecto, inspirado en la múltiple cantidad de proyectos similares que han sido o están siendo ejecutados en la realidad, plantea la construcción de un parque público. Esta dotación pública para la población será localizada en un entorno urbano dentro del país asiático de Arabia Saudí.

Está integrado dentro de muchas otras actuaciones llevadas a cabo por la administración local como el adecentamiento y reurbanización de las calles, sustitución y modernización de los diferentes sistemas de abastecimientos públicos y la creación de zonas verdes y de ocio en aras de favorecer el bienestar y la comodidad de la población.



*Figura 3.1. Localización planteada para la ubicación del parque integrada en un entorno urbano*



### 3.1 DISEÑO ARQUITECTÓNICO DEL PARQUE

La parte del proyecto de construcción del parque aquí abordada va a ser la correspondiente a varias instalaciones MEP. Es por ello que el diseño y planteamiento tanto a nivel arquitectónico como geotécnico y topográfico se tomará como dato de partida.

En base a ese diseño y respetando en la medida de lo posible las disposiciones tanto del cliente final como de la inspiración argumental del parque se procederá a desarrollar unas instalaciones que tengan la mínima afección posible de cara al usuario pero que garanticen una funcionalidad plena de las mismas.

#### 3.1.1 PLANO DE PLANTA

La parcela de desarrollo de los trabajos tiene planta rectangular de aproximadamente unos 450m x 325 m, excluyendo una zona en la esquina suroeste que sale fuera del alcance.

Tiene accesos desde los cuatro viales perimetrales a partir de los cuales se desarrollan una serie de caminos principales y secundarios que recorren la totalidad de las zonas verdes.

Cabe destacar la zona central del mismo, que está inspirada en un cañón de un río y que a partir de ahora será mencionada en este documento como “valle”. En esta parte icónica del parque se generarán estructuras artificiales mediante el uso de hormigón con la pretensión de simular para el usuario que circule por su interior el estar andando entre las paredes rocosas del cañón de un río.

También hay otras zonas diferenciadas previstas para una futura instalación de quioscos, zonas deportivas o superficies en las que los musulmanes puedan realizar sus rezos.



*Figura 3.2 Plano en planta del parque objeto del proyecto.*





*Figura 3.3. Definición arquitectónica de la zona central del parque denominada como “valle”*



*Figura 3.4. Definición arquitectónica de una zona planteada para la ubicación de un kiosco con terraza*





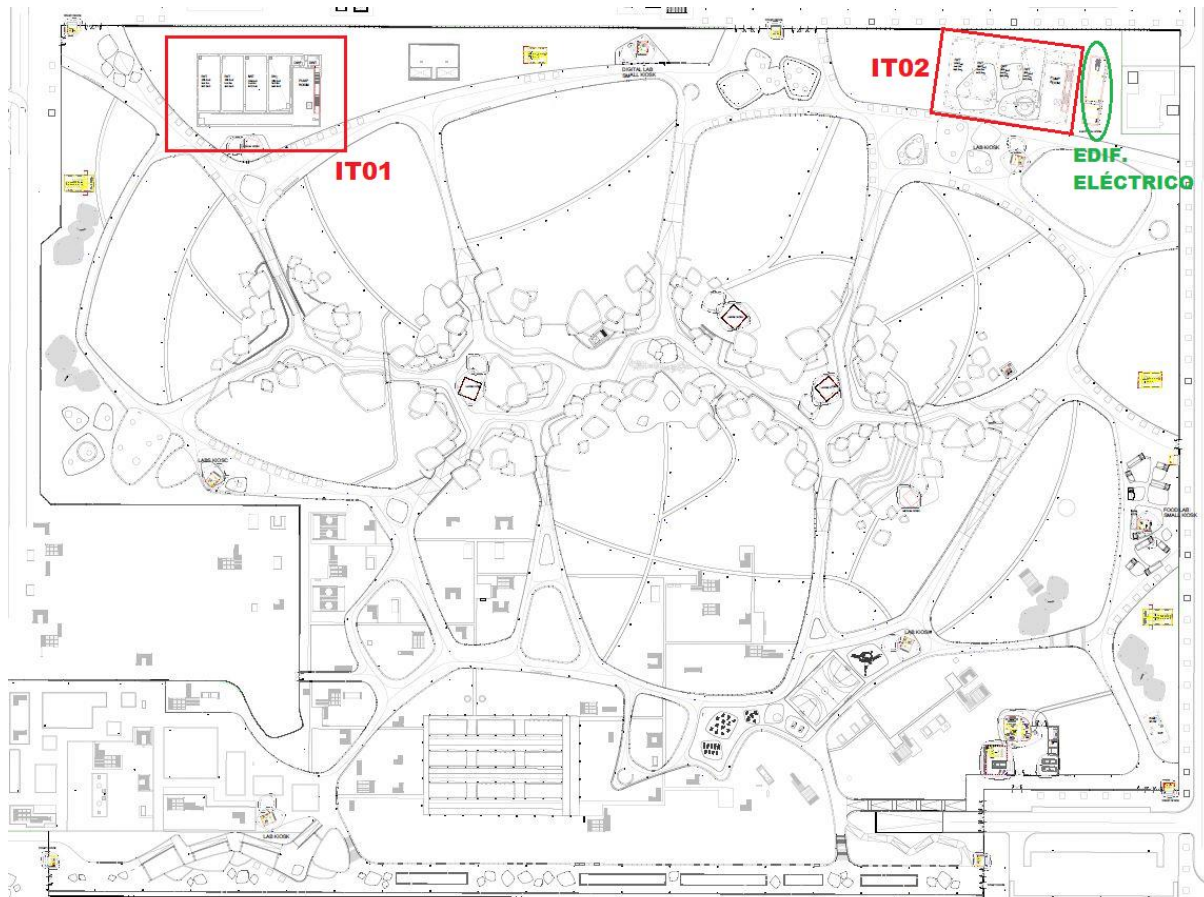
*Figura 3.5. Vista aérea de la recreación del parque*

### 3.1.2 UBICACIÓN DE EDIFICIOS

En la línea de lo ya mencionado anteriormente de que las instalaciones y equipamientos fueran lo más discretos posibles a ojo de los visitantes, se decide que los edificios que albergarán tanto las instalaciones técnicas como los tanques de almacenamiento de agua necesarios sean subterráneos.

Dos edificios, nombrados como IT01 y IT02 son los que albergarán los tanques de agua de riego y sus correspondientes equipos para el funcionamiento de su sistema asociado.

Por su parte, los equipos eléctricos estarán ubicados en el edificio eléctrico diseñado exclusivamente con tal finalidad.



*Figura 3.6. Ubicación en el plano de planta de los edificios técnicos, todos ellos enterrados.*

## 3.2 ESTUDIO Y ANÁLISIS DE ESPECIES VEGETALES

### 3.2.1 Introducción

Se presenta a continuación, en este mismo punto, un estudio detallado realizado previamente mediante la asistencia de expertos en decoración de zonas exteriores y paisajismo. En él se han tenido en cuenta las peculiaridades del clima existente a lo largo del año en el emplazamiento de KSA.

Los puntos de partida considerados para la elección de las posibles especies vegetales para la forestación del parque son los siguientes:

- Se rechazan las especies vegetales que su resistencia a las altas temperaturas y a las bajas, así como su resistencia al viento, no son de máxima garantía teniendo en cuenta el clima.
- Se rechazan las que tienen espinas en tronco y ramas que puedan causar daños a los visitantes.
- Se rechazan las que tienen frutos pequeños que pueden ser ingeridos por niños principalmente y por mayores
- Se rechazan las que presenten fuertes polinizaciones estacionales que provoquen alergias a los visitantes y a los habitantes del entorno.

Además, se valorarán positivamente en dicha elección los aspectos recogidos a continuación:

- Aquellas que sean plantas de rápido crecimiento.
- Aquellas especies vegetales que sean resistentes a plagas y enfermedades.



- Aquellas especies que tengan una floración variada y vistosa.
- En el caso del vial principal en la zona norte del parque, serán elegidos árboles de medio y gran porte que permitan proyectar una sombra importante. Se baraja la posibilidad de que los caminos tengan arbolado que proyecte sombra para hacerlos más habitables.
- Del mismo modo, se tendrá en cuenta a la hora de la elección de la especie vegetal la forma del árbol (copa, piramidal, vertical, ...) en función de su ubicación y función.
- La elección de las especies arbóreas que tengan un sistema radicular normal y poco agresivo.
- Se propondrán árboles ya formados y con un perímetro de tronco de 20-40 cm de perímetro de tronco y de 3-5 metros de altura, en función de la especie.
- Todas las plantas se deberán suministrar en contenedor o cepellón formado y consolidado, con antelación a la operación para favorecer la operación de trasplante y su posterior agarre en su terreno definitivo.
- Para el caso de los árboles que estén ubicados en la zona sur del parque, sobre losa de los diferentes edificios enterrados existentes en el parque y con una capa de tierra limitada (40 cm), se colocarán arbustos o árboles de porte bajo y reducido sistema radicular.



*Figura 3.7. Diseño vegetal que se pretende conseguir mediante el uso de la vegetación.*

### 3.2.2 Particularidades y aspectos a tener en cuenta.

#### 3.2.2.1 El clima en Arabia Saudí

Se ha hecho un análisis pormenorizado de las variables meteorológicas del clima de la ubicación. Estos datos están recogidos a continuación:

- **Clasificación del clima:** Clima árido (Clasificación climática de Köppen: BWh).
- **Temperatura**

En la península arábiga, los veranos son largos, tórridos y áridos; los inviernos son frescos y secos y está mayormente despejado durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura

generalmente varía de 7 °C a 52 °C y rara vez baja a menos de 4 °C o sube a más de 55 °C.

La temporada calurosa dura 4,3 meses, del 14 de mayo al 24 de septiembre.

La temporada fresca dura 3,0 meses, del 27 de noviembre al 26 de febrero.

- **Nubes**

El promedio del porcentaje del cielo cubierto con nubes varía considerablemente en el transcurso del año. La parte más despejada del año comienza aproximadamente el 29 de agosto; dura 2,5 meses y se termina aproximadamente el 14 de noviembre.

La parte más nublada del año comienza aproximadamente el 14 de noviembre; dura 9,5 meses y se termina aproximadamente el 29 de agosto.

- **Precipitación**

La frecuencia de días mojados (aquellos con más de 1 milímetro /1 litro/m<sup>2</sup>) de precipitación líquida o de un equivalente de líquido) no varía considerablemente según la estación. La frecuencia varía de 0 % a 5 %, y el valor promedio es 2 %.

Entre los días mojados, distinguimos entre los que tienen solo lluvia, solo nieve o una combinación de las dos. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 5 % el 13 de marzo.

- **Lluvia**

La mayoría de la lluvia cae durante los 31 días centrados alrededor del 12 de marzo, con una acumulación total promedio de 8 milímetros (8 litros/m<sup>2</sup>).

- **Sol**

La duración del día varía durante el año. En 2019, el día más corto es el 22 de diciembre, con 10 horas y 36 minutos de luz natural; el día más largo es el 21 de junio, con 13 horas y 40 minutos de luz natural.

La salida del sol más temprana es a las 5:03 el 9 de junio, y la salida del sol más tardía es 1 hora y 36 minutos más tarde a las 6:39 el 14 de enero. La puesta del sol más temprana es a las 17:03 el 30 de noviembre, y la puesta del sol más tardía es 1 hora y 43 minutos más tarde a las 18:46 el 3 de julio.

- **Humedad**

El nivel de humedad medido por el porcentaje de tiempo en el cual el nivel de comodidad de humedad es bochornoso, opresivo o insostenible, no varía considerablemente durante el año, y permanece prácticamente constante en 0 %.

- **Viento**

Esta sección trata sobre el vector de viento promedio por hora del área ancha (velocidad y dirección) a 10 metros sobre el suelo. El viento de cierta ubicación depende en gran medida de la topografía local y de otros factores; y la velocidad instantánea y dirección del viento varían más ampliamente que los promedios por hora.

La parte más ventosa del año dura 2,9 meses, del 23 de mayo al 18 de agosto, con velocidades promedio del viento de más de 14,0 kilómetros por hora. El día más ventoso del año es el 5 de julio, con una velocidad promedio del viento de 16,1 kilómetros por hora.

El tiempo más calmado del año dura 9,1 meses, del 18 de agosto al 23 de mayo.

- **Energía solar**

La radiación de onda corta incluye luz visible y radiación ultravioleta. La energía solar de onda corta incidente promedio diaria tiene variaciones estacionales considerables durante el año. El período más resplandeciente del año dura 3,5 meses, del 13 de mayo al 31 de agosto, con una energía de onda corta incidente diario promedio, por metro cuadrado es superior a 7,4 kWh. El día más resplandeciente del año es el 22 de junio, con un promedio de 8,3 kWh.

El período más oscuro del año dura 2,8 meses, del 10 de noviembre al 2 de febrero, con una energía



de onda corta incidente diario promedio, por metro cuadrado de menos de 5,0 kWh.

### 3.2.2.2 Plantas, suelo y agua

Los parques y jardines se componen de tres elementos básicos: **suelo, plantas y agua**.

El suelo es el soporte físico de las plantaciones y condiciona el crecimiento y desarrollo de las plantas y el movimiento del agua en el suelo. El suelo característico de las zonas desérticas se caracteriza por una alta mineralización, pH alto (básico), alto nivel de carbonatos incluso niveles de sodio que no todas las plantas soportan. Estas circunstancias provocan que se dé un fenómeno que se denomina “puente cálcico” que bloquea la asimilación de nutrientes y dificulta el intercambio catiónico. Puede haber en el suelo, hierro (Fe), Magnesio (Mg), Manganeseo (Mn), Boro (B), etc., pero el Calcio (Ca) bloquea el intercambio y la planta no puede absorber los nutrientes. Esto es un problema, produce clorosis, enrolamiento de las hojas y necrosis.

Por esta razón es muy importante es conocer el suelo con el que vamos a trabajar. Hay que realizar un análisis físico y químico del terreno de plantación con los siguientes parámetros:

- **Análisis físico:** Porcentaje de arcilla, arena y limo.

Lo deseable es tener un suelo Franco-Arcilloso (50-70% de arena clasificación USCA). Una vez conocido esta información puede que haya que hacer una enmienda para mejorarlo.

- **Análisis químico:** CIC, pH, CE, MO, N, Ca, P, Mg, Mn, Zn, Fe, Cu, S, B.

En función de los datos habrá que realizar una enmienda orgánica que el suelo tenga vida y se desarrolle la flora microbiana que es la base de todos los procesos de intercambio entre el suelo y la planta. Será conveniente contemplar la aportación de “retentor de humedad” principalmente en árboles, arbustos y tapizantes a diferentes dosis. Estos suelos son suelos “muertos” o “sin vida” carentes de materia orgánica. Hay que aportar materia orgánica en cantidad y volumen en función de la información analítica.

Hay que realizar un **análisis del agua de riego**, CE, pH, Total sólidos, calcio, sodio, magnesio, carbonatos, bicarbonatos, cloro, sulfitos, nitratos, amonio, fosfatos, potasio, boro, pH, RAS, y temperatura del agua en el momento de coger la muestra dureza y carbonatos.

Dependiendo del proceso de transporte, tratamiento y almacenamiento del agua, conviene hacer un **análisis bacteriológico:** coliformes fecales, totales, estreptococos, etc. Esta circunstancia es importante tenerla en cuenta porque puede obligar a desinfectar el agua de riego o reducir la superficie con riego aéreo. Este es un tema importante porque afecta a la salubridad pública.

### 3.2.2.3 Espacio vital del arbolado.

El árbol necesita un espacio vital para desarrollarse y crecer y necesita un volumen de suelo que es directamente proporcional al volumen de la copa. Elegir la especie adecuada, separarse de edificios e instalaciones es importante tener en cuenta a la hora de ubicar el arbolado. Es por ello que, en la propuesta de elección de plantas, no se incluyen especies arbóreas agresivas como el abedul, chopo, fresno, haya, olmo o castaño de Indias.

## 3.2.3 Especies vegetales elegidas

Se procede a resumir a continuación las especies vegetales elegidas para la plantación de la totalidad del parque conforme a los resultados obtenidos del análisis pormenorizado explicado en los puntos anteriores de este mismo punto.

Tabla 3–1. Tipos de transmisión y frecuencia central

<b>Palmeras</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Phoenix dactylifera</li> <li>• Butia capitata</li> <li>• Latania loddigesii</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sabal palmetto</li> <li>• Washingtonia robusta</li> </ul>
<b>Agaves, yucas y cycas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agave angustifolia Marginata, attenuata y sisalana</li> <li>• Cycas revoluta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yucca aloifolia</li> </ul>
<b>Árboles</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acacia salicina y saligna</li> <li>• Albizia julibrissin</li> <li>• Azadirachta indica</li> <li>• Bauhinia variegata</li> <li>• Caesalpinia spinosa</li> <li>• Catalpa bignonioides</li> <li>• Ceratonia siliqua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cercis siliquastrum</li> <li>• X Chitalpa tashkentensis</li> <li>• Citrus aurantifolia, aurantium y limon</li> <li>• Cupressus sempervirens stricta</li> <li>• Eryobotria japonica</li> <li>• Ficus benjamina</li> </ul>
<b>Arbustos y macetas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alocasia macrorrhiza</li> <li>• Amaranthus tricolor</li> <li>• Asclepias curassavica</li> <li>• Asparagus densiflorus springeri</li> <li>• Bassia eriophora y bassia scoparia</li> <li>• Breynia distichia</li> <li>• Callotropis procera</li> <li>• Carissa macrocarpa</li> <li>• Cassia italica</li> <li>• Cestrum nocturnum</li> <li>• Convolvulus cneourum</li> <li>• Crinum asiaticum</li> <li>• Dombeya x cayeuxii</li> <li>• Encelia farinosa</li> <li>• Euphorbia millii splendens</li> <li>• Hamelia patens</li> <li>• Ixora chinensis</li> <li>• Lantana camara red and yellow</li> <li>• Leucophyllum frutescens</li> <li>• Lobelia erinus</li> <li>• Nandina domestica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Portulacaria afra</li> <li>• Salvinia auriculata</li> <li>• Strelitzia reginae</li> <li>• Vitex agnus-castus y vitex trifolia</li> <li>• Zygophyllum coccineum</li> <li>• Ficus microcarpa</li> <li>• Jacaranda ovalifolia</li> <li>• Lagerstroemia indica</li> <li>• Lagunaria patersonii</li> <li>• Ligustrum japonicum</li> <li>• Metrosideros excelsa</li> <li>• Millettia pinnata</li> <li>• Morus kagayamae</li> <li>• Olea europaea</li> <li>• Paulownia tomentosa</li> <li>• Phitecellobium dulce</li> <li>• Prosopis alba y prosopis chilensis</li> <li>• Psidium cattleianum</li> <li>• Salvadora persica</li> <li>• Sophora japonica</li> <li>• Terminalia catappa</li> <li>• Ziziphus jujuba mill.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ochradenus baccatus</li> <li>• Opuntia ficus-indica</li> <li>• Pelargonium x hortorum</li> <li>• Phymosia umbellata</li> </ul>
<b>Plantas aromáticas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lavandula angustifolia</li> <li>• Rosmarinus officinalis</li> <li>• Mentha x piperita</li> </ul>
<b>Cubiertas vegetales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alternanthera ficoidea</li> <li>• Carpobrotus acinaciformis</li> <li>• Aptenia cordifolia</li> <li>• Lantana montevidensis</li> </ul>
<b>Césped y hierba</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pennisetum clandestinum (kikuyu)</li> <li>• Tradescantia pallida y tradescantia sphatacea</li> <li>• Plectranthus amboinicus</li> <li>• Zebrina pendula</li> </ul>
<b>Enredaderas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antigonun leptopus</li> <li>• Ipomea cairica</li> <li>• Bougainvillea spectabilis</li> <li>• Jasminum polyanthum</li> <li>• Clerodendrum splendens</li> <li>• Quisqualis indica</li> <li>• Clitoria ternatea</li> </ul>
<b>Plantas acuáticas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arundo donax</li> <li>• Iris pseudacorus</li> <li>• Cyperus involucratus</li> <li>• Thalia dealbata</li> <li>• Nymphaea careulea</li> <li>• Thypha latifolia</li> <li>• Pontederia cordata</li> </ul>



*Figura 3.8 Diseño de zonas con combinación de césped y especies arbóreas*

# 4 INSTALACIÓN DE RIEGO

---

La enorme magnitud del parque añadida a la cantidad correspondiente de vegetación incluida en el diseño del paisajismo hace que el sistema de riego sea uno de las instalaciones más grandes y cruciales del proyecto. Las condiciones climáticas en la ubicación del proyecto tampoco contribuyen como un factor positivo haciendo que el reto de mantener la vegetación en buenas condiciones sea una ardua tarea.

El propósito de este epígrafe es describir el sistema de riego que se va a diseñar con el objetivo de cubrir la totalidad de las necesidades de agua del parque.

El sistema de riego diseñado solamente considera las zonas ajardinadas las plantaciones definidas dentro de los límites del recinto del proyecto y eso por ello que no han sido previstos ni tenidos en cuenta factores como futuros posibles usos de la infraestructura que se va a diseñar de riego para la cubrición de las zonas colindantes al mismo.

Para el proceso de diseño se ha tenido en cuenta los diferentes requisitos del cliente, los cuales pueden ser sintetizados en las siguientes pautas y que van a ser tomados como características obligatorias del sistema de riego:

- Sistema de riego semiautomático, con la posibilidad de riego manual con mangueras para situaciones especiales como durante las rutinas de mantenimiento o durante averías.
- Sistema basado en riego por goteo bajo rasante
- Consideración diferenciada de las necesidades de agua en función de los tipos de plantas de cada una de las zonas.
- Suministro de agua de la red municipal de agua tratada, denominada en Arabia Saudí como TSE (“Treated sewage effluent”)

Las principales características de todos los elementos de esta red cumplirán los criterios de diseño, códigos y estándares obligatorios.

Como resultados de este diseño se obtendrá una descripción de la instalación proyectada, incluyendo un plano esquemático con el detalle de cada uno de los elementos del sistema, el funcionamiento principal y los elementos de gestión.

## 4.1 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La instalación de riego del parque va a ser diseñada como un sistema de riego de alta calidad con el objetivo de gestionar una cantidad eficiente de agua de manera que mantenga adecuadamente la vida de las plantas y a la vez que cumpla con cualquier limitación, especificación y requisito establecido por la autoridad local pertinente.

Tendrá también como prioridad el objetivo de ser respetuosa con el medio ambiente contribuyendo a conservar y proteger los recursos de agua y el entorno.

Es por ello, entre otras ventajas, que el diseño propuesto se ha planeado teniendo en cuenta el mayor grado posible de automatización de los ciclos de riego, con el objetivo de mejorar la distribución de agua, disminuir su consumo y minimizar la mano de obra durante el funcionamiento y el mantenimiento.

El funcionamiento del sistema de riego será completamente contralado por un sistema automatizado central. Además de estos elementos de control también incluirá todos los componentes necesarios en redes de estas características tales como una estación de bombeo, un sistema de filtrado o electroválvulas de control.

El agua de la red municipal de agua tratada será la que alimentará a los tanques de riego y desde allí se bombeará para ser utilizado en los diferentes puntos de consumo distribuidos a lo largo de todo el parque.

Se han considerado varias suposiciones que son esenciales para diseñar adecuadamente el sistema de riego. Son los siguientes y se asumirán como criterios generales en todo el diseño del sistema:

- Todos los regímenes de riego funcionarán durante las horas no diurnas. El tiempo máximo disponible para la cumplimentación de los ciclos de riegos será considerado de 8 horas por día.
- Garantía de suministro para 3 días de la totalidad del agua necesaria en situación de desabastecimiento total. Los frecuentes cortes e intermitencias en los suministros en esta ciudad han llevado al cliente a tomar esta decisión.
- En situación de lluvia sistema de riego no va a funcionar, con el objetivo de evitar el excedente de agua y originar un vertido de agua al sistema de drenaje.
- Ambos edificios previstos como edificios de tanques deben utilizarse como punto de suministro de toda la red en la previsión de uno de ellos no podría ser operativo. Esta suposición implica que cada anfitrión de equipamiento dentro de los edificios va a ser "duplicado".
- Sistemas de adicción de fertilizantes serán previstos para favorecer el cuidado y desarrollo de las especies vegetales.
- Las necesidades de agua están determinadas en función de los datos de consumo de agua/día de las diferentes especies. Esto es resultado del análisis de las diferentes especies en su comportamiento en el clima local. Esto criterios son los siguientes en función del tipo de plantas:

*Tabla 4-1. Tipos de plantas consideradas y sus necesidades diarias de riego*

Palmeras	120 litros/árbol/día
Otros árboles	100 litros/árbol/día
Arbustos <sup>1</sup>	10 litros/m <sup>2</sup> /día
Césped o hierbas	14 litros/m <sup>2</sup> /día

<sup>1</sup> Se ha considerado una densidad de 2 arbustos/m<sup>2</sup> (arbusto de tamaño 0,75 x 0,75 m)

## 4.2 NORMATIVA DE APLICACIÓN

Se enumeran a continuación los organismos de los que se han tomado los códigos y reglamentos tenidos en cuenta para el diseño y dimensionamiento de esta instalación:

- Regulaciones locales (en su versión más actualizada) emitidas por la Organización de Estandarización de Arabia Saudí (SASO), Compañía eléctrica Saudí (SEC), Compañía de telecomunicaciones Saudí. También el ministerio de Vivienda y Construcciones, el ministerio de Transporte y la autoridad civil de Aviación.
- International Organization for Standardization (ISO).
- Chartered Institute of Building Service Engineers (CIBSE).
- UPC American Uniform Plumbing Code

## 4.3 SOFTWARE EMPLEADO

En el dimensionamiento de esta instalación se ha optado por el uso de hojas de cálculo Excel como medio de cálculo de todas las magnitudes necesarias. La versatilidad y funcionalidades que da esta herramienta han propiciado la formulación y programación de hojas de cálculo con un grado de automatización alto que facilitan las tareas previstas.

Esta programación se ha hecho tomando como base de cálculo las ecuaciones hidráulicas correspondientes a los fluidos no compresibles como por ejemplo la ecuación de pérdidas de carga de Darcy-Weisbach.

Como van a darse diferentes periodos de funcionamiento, hubiera sido necesario generar las tablas de simulación de cada una de las posibles situaciones con el objetivo de obtener la situación más desfavorable como base de cálculo. Esto hubiera generado una cantidad elevada de tablas dado que las posibles combinaciones de sectores activados y desactivados es muy grande.

Esta problemática se ha solucionado mediante la programación de una única tabla que mediante la elección del periodo de funcionamiento correspondiente va cambiando mostrado los valores que este origina en la red primaria.

## 4.4 ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN

Una vez hecha una descripción a grandes rasgos de la idea original de diseño de la red se procede con el detallado y definición de cada uno de los elementos que compone la instalación en su totalidad y cómo van a ser empleados en la operación de esta.

Para tenerlos localizados en su posición dentro de la estructura de la red se presenta a continuación una representación esquemática de la red, concretamente de la configuración cuando es alimentado desde el edificio de tanques número 1, y en el que se pueden observar los elementos que se van a describir a continuación.

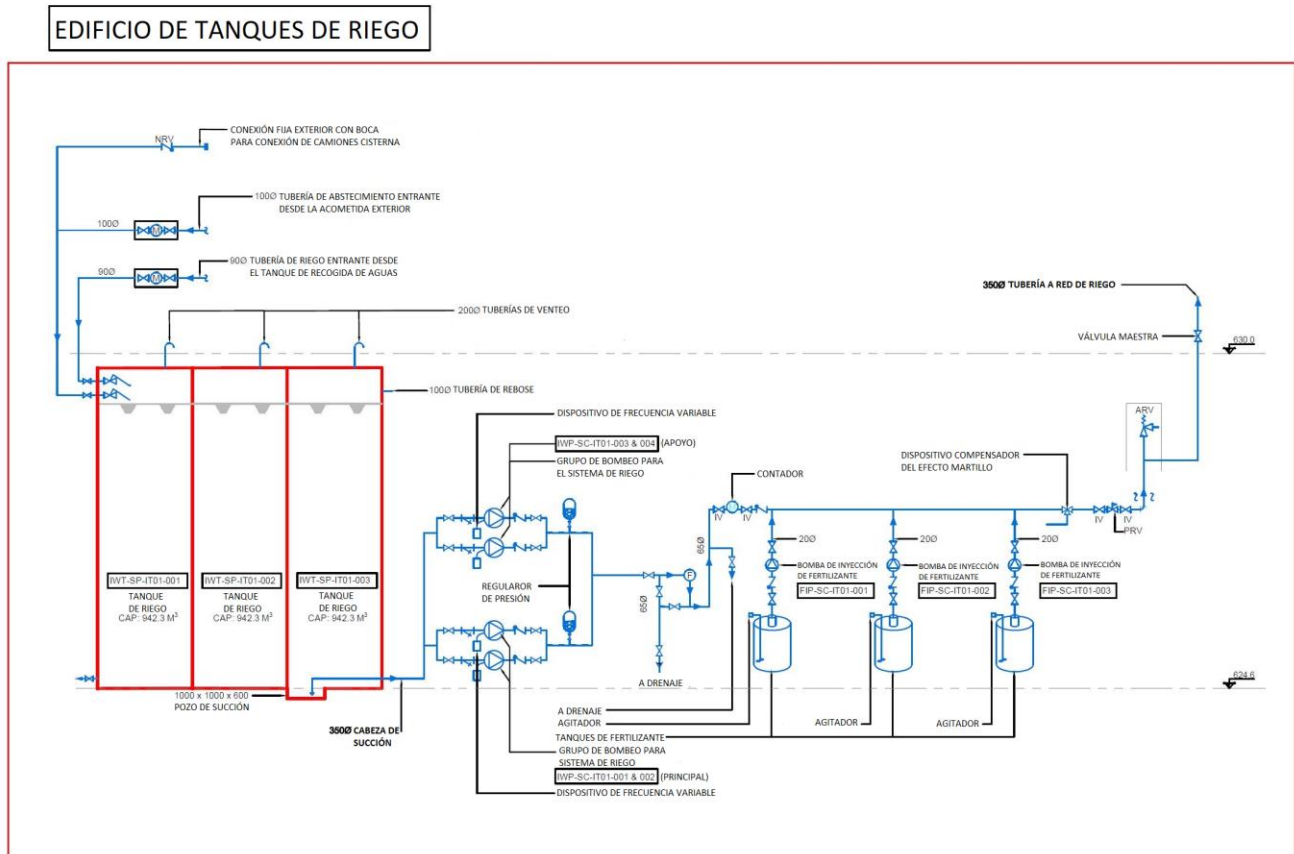


Figura 4.1 Representación esquemática de la instalación de riego

#### 4.4.1 Tanques y almacenamiento de agua

Para satisfacer las necesidades de riego se deben utilizar 2000 m<sup>3</sup> por día.

Para cumplir el requisito de garantía de suministro durante 3 días se obtiene que el volumen de los tanques debe ser al menos de 6000 m<sup>3</sup>. Además, todos los tanques estarán provisto con una entrada desde la que puedan ser rellenados mediante el uso de camiones cisterna, para casos de extrema necesidad.

Los tanques se encuentran ubicados dentro de los dos edificios del parque diseñados para ello, ambos a nivel bajo rasante. Los primeros de ellos tienen una capacidad total de 2826,9 m<sup>3</sup> (3 x 942,3 m<sup>3</sup> cada uno) y los otros 3769,2 m<sup>3</sup> (3 x 942,3 m<sup>3</sup> cada uno). Ambos dan una capacidad total de 6596,1 m<sup>3</sup>.

La autonomía del sistema se traduce en 3,29 días de funcionamiento sin ningún suministro de agua externo.

#### 4.4.2 Grupo de bombeo

Junto a los tanques de agua de riego en ambos edificios, se diseña una sala de bombas que serán las encargadas de impulsar todo el caudal necesario hasta los puntos de consumo final. Dichos grupos de bombeo tendrán que ser capaces de mover el caudal suficiente y suministra la presión mínima requerida para superar las pérdidas que se darán a lo largo de la red de tuberías, tomando el punto crítico de la red como el más restrictivo para su dimensionamiento.

#### 4.4.3 Puntos de conexión (POC)

Como método de diseño optado por la sectorización del parque en diferentes zonas que puedan ser regadas de manera independiente unas de otras, aunque todas ellas beban de la misma red principal. Es por ello que se han

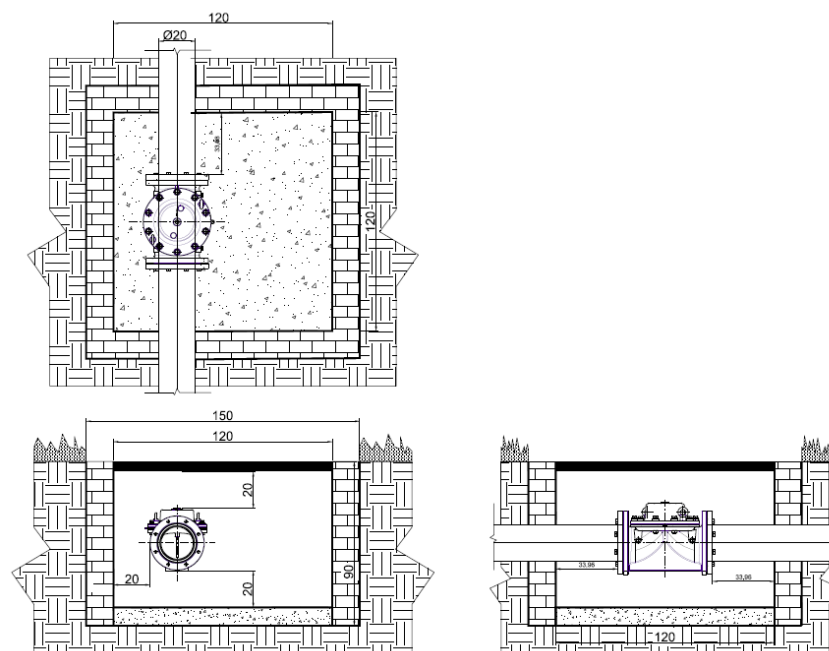


creado 23 diferentes sectores (aprovechando también la peculiar geometría de distribución de parterres en muchos casos) cada uno de los cuales está alimentado por un punto de conexión o también denominados por sus iniciales en inglés POC (point of connection).

Estos puntos de conexión delimitan la frontera entre lo que más adelante denominaremos la red principal y la red secundaria. Esta última será conectada a estos puntos y continuarán la distribución del agua hasta los puntos de consumo finales.

Estas conexiones estarán ubicadas en un pozo de acceso a tierra donde se encuentran los dispositivos de regulación y control (reguladores de presión, válvula maestra, válvulas de compuerta, válvula de purga de aire, según sea necesario). Dichos pozos serán construidos y provistos con una cubierta de fundición dúctil.

Cada POC será provisto con un suministro de energía (230 VAC 60 Hz) para proveer a la instalación con un controlador de riego automático.



*Figura 4.2 Detalle de la arqueta tipo donde serán alojados los diferentes puntos de conexión de la red.*

#### 4.4.4 Red de tuberías de riego

La enorme red de tuberías que va a ser resultante de este proceso de diseño, como ya se ha mencionado en algún momento va a ser dividida en una primera y más importante red primaria y varias redes secundarias, concretamente una por cada punto de conexión POC que ha sido previsto.

Todas ellas van a ser de un material resistente a los efectos de la corrosión y de gran versatilidad como es el HDPE, cuyas siglas vienen a significar Polietileno de Alta Densidad. Su alta flexibilidad y adaptación para girar y doblarse. Unido a su facilidad de reparación y facilidad de montaje debido al uso de materiales termofusibles en sus uniones han propiciado que esta sea la opción más atractiva y la finalmente elegida.

Hacemos aquí una pequeña distinción basada en los requisitos de diseño marcados por la normativa:

- Se usarán tuberías HDPE PN10 de alta densidad para las **tuberías principales**, es decir aquellas comprendidas desde los puntos de salidas de los depósitos a cada uno de los P.O.C definidos por todo el parque. Estas tuberías y como ya quedará posteriormente justificado en los cálculos van a encontrarse en un rango entre los Ø350mm y Ø180 mm.

Estarán dispuestas cubriendo prácticamente la totalidad del parque y discurriendo normalmente bajo

los caminos principales para facilitar que las posibles futuras operaciones de mantenimiento tengan la menor influencia posible en las zonas verdes.

- Se usarán tuberías HDPE PN6 para la totalidad de la **red secundaria**. Esta es la que se plantea aguas abajo de los puntos de conexión y que únicamente quedarán distribuidas por la zona delimitada dentro del mismo sector de riego.

Estas tuberías tendrán diámetros comprendidos entre los Ø180mm y Ø32mm y no soportarán más de la presión a la que esté tarada la válvula controladora de presión de cada uno de los correspondientes POC.

Las tuberías serán negras con tiras moradas, que indicarían el uso de agua reciclada para regar, Al mismo tiempo, cintas de advertencia azules serán requeridas en las zanjas.

Con el objeto de preservar el material de las tuberías garantizando su buen funcionamiento y de acuerdo a las normativas aplicables las velocidades mínimas y máximas de circulación del agua por su interior será de 0,3 m/s a 1,5 m/s.

#### 4.4.5 Válvulas maestras

Una válvula eléctrica maestra deberá ser instalada río arriba en el comienzo de la línea principal y conectada a la salida de ambos edificios de tanques. Además de poder ser operada manualmente en casos de emergencia estará normalmente controlada por el sistema central de riego. Éste debería permitir que el agua pase por la red siempre y cuando cualquier válvula de las zonas de riego estén abiertas; de igual manera solamente debería cortar el paso de agua cuando un sistema de riego completo esté apagado, al final del ciclo de riego.

La instalación de una válvula maestra reducirá enormemente cualquier pérdida de agua debido a una válvula de la estación con fugas, ya que esta solo puede tener fugas mientras la válvula maestra proporciona presión al sistema. Al mismo tiempo, si la tubería del sistema de riego principal está dañada, una válvula maestra controlará la pérdida de agua para que la tubería principal se pueda reparar sin cerrar el suministro de agua. Estas válvulas se abrirán en el momento en que una estación está regando, y se cerrarán cuando ninguna válvula de cualquier estación esté operando, cortando la presión en la línea principal.

El objetivo de la válvula maestra es cortar el agua al sistema de riego cuando ninguna de las válvulas zonales esté operativa.

#### 4.4.6 Válvulas de corte y prevención

Estos dispositivos deberán ser instalados para dividir las redes de riego y hacerlas independientes, para así prevenir el drenaje de tramos largos de tubería durante reparaciones del sistema, siendo posible aislarlas en caso de fallo. La desconexión de las válvulas deberá ser llevado a cabo en puntos críticos de conexiones, bucles o puntos de aislamiento de la red principal.

#### 4.4.7 Válvulas antirretorno

Con el objetivo de prevenir la contaminación del suministro de agua y para prevenir cualquier mezcla de agua potable con el sistema de riego (riesgos de contaminación debido a reflujos del sistema de riego) se instalará un punto de no retorno o una válvula de prevención de reflujo en cada entrada a la zona de riego.

#### 4.4.8 Válvulas reductoras de presión

En cada sector de riego junto con las válvulas controladoras de los POCs, se incluirá un sistema regulador de presión (PRS) y un filtro de tipo Y.

El sistema de regulación de presión tiene la función de limitar la presión que pasa de la red primaria a la secundaria y evitar así sobrepresiones que puedan interferir en el correcto funcionamiento de los dispositivos funcionales o el mismo deterioro que se ocasionaría en una red no diseñada para soportar presiones superiores. Esta estará tarada a la presión resultante del cálculo de la presión mínima de cada POC y que se adjuntará más adelante en el apartado de cálculos.

El pequeño filtro tipo Y por su parte es complementario a los sistemas de filtrados que se disponen justo a la salida de las válvulas como un medio más que busca el evitar la congestión y atasco de los elementos que dispensan el agua, los goteros.

#### **4.4.9 Electroválvulas (Válvulas de solenoide)**

Dentro de las redes secundarias se vuelve a realizar otra disgregación en redes de menor tamaño todas ellas comandadas por una electroválvula. Estas serán de diferentes calibres en función de los caudales que los atraviesen.

Permitirán el funcionamiento automatizado y manual. Las válvulas deberán estar dimensionadas para proporcionar un diferencial de presión suficiente para un funcionamiento adecuado y deberán estar equipadas con un sistema cerrado automáticamente para su uso en caso de fallo de alimentación.

Estas válvulas provistas de solenoides de 24 VCA a 50/60 Hz, fabricados para funcionar correctamente con aguas recicladas o recuperadas, con un caudal de entre 1,2 y 45,0 m<sup>3</sup>/h de flujo. En general, para flujo según el 4,5 m<sup>3</sup>/h se selecciona la electroválvula 1", para el flujo entre 4,5-20 m<sup>3</sup>/h se selecciona electroválvula 1 1/2" y 2" electroválvula para flujos que van de 17 a 45 m<sup>3</sup>/h.

Las electroválvulas seleccionadas deben ser compatibles con la instalación de un módulo regulador de presión y compatible con el sistema de decodificador. Las electroválvulas finalmente instaladas deberán ser resistentes al cloro fabricadas para usos no de agua potable y provistas de la cubierta de la manija de control de flujo púrpura.

#### **4.4.10 Filtros**

Los filtros automáticos de autolimpieza basados en cartuchos de disco de filtración de 1, 2 o 4 deben instalarse para garantizar un nivel de filtración mínimo de al menos 120 mallas (130 micras).

Los filtros se instalarán en la línea de descarga de la bomba para proteger la red de tuberías de cualquier sólido que se encuentre en el agua que potencialmente pueda bloquear los emisores o que pueda favorecer un desgaste excesivo del material interior de las tuberías.

#### **4.4.11 Emisores (goteros)**

Por motivo de cumplimiento de requisitos partimos del hecho de que la totalidad de la red de riego debe ser subterránea. Para poder elegir la mejor de entre las diferentes opciones posibles se hizo un análisis de las distintas tecnologías que los proveedores de material para sistemas de riego. Finalmente se optó por la elección de uno de ellos del cual las soluciones que propone para las dos tipologías de riego que van a darse dentro de nuestra instalación.

Ambas disposiciones que se muestran a continuación están basadas en el uso de unos goteros integrados dentro de los tubos de goma que tienen la capacidad de equilibrar la presión en todos los puntos de salida de una misma red. Con esto se conseguirá una distribución uniforme del agua a lo largo de toda la línea.

Además, también están diseñados para evitar la entrada de materiales del suelo y que obstaculicen el orificio de salida, siendo por tanto óptimo para una instalación enterrada.

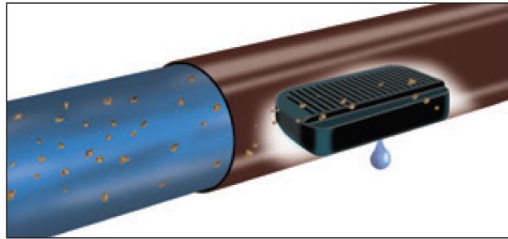


Figura 4.3 Gotero modelo TECHLINE HCVXR elegido para la instalación.

La diferenciación entre los dos tipos de instalaciones que van a contemplarse son:

- Para el riego de especies superficiales y de gran extensión como hierba, césped y arbustos se ha elegido una disposición mallada de campo que seguirán los criterios de instalación que disponga el fabricante. Tendrán un punto de suministro que será directamente alimentado desde la red secundaria de cada sector y controlado mediante una electroválvula en el principio del circuito.

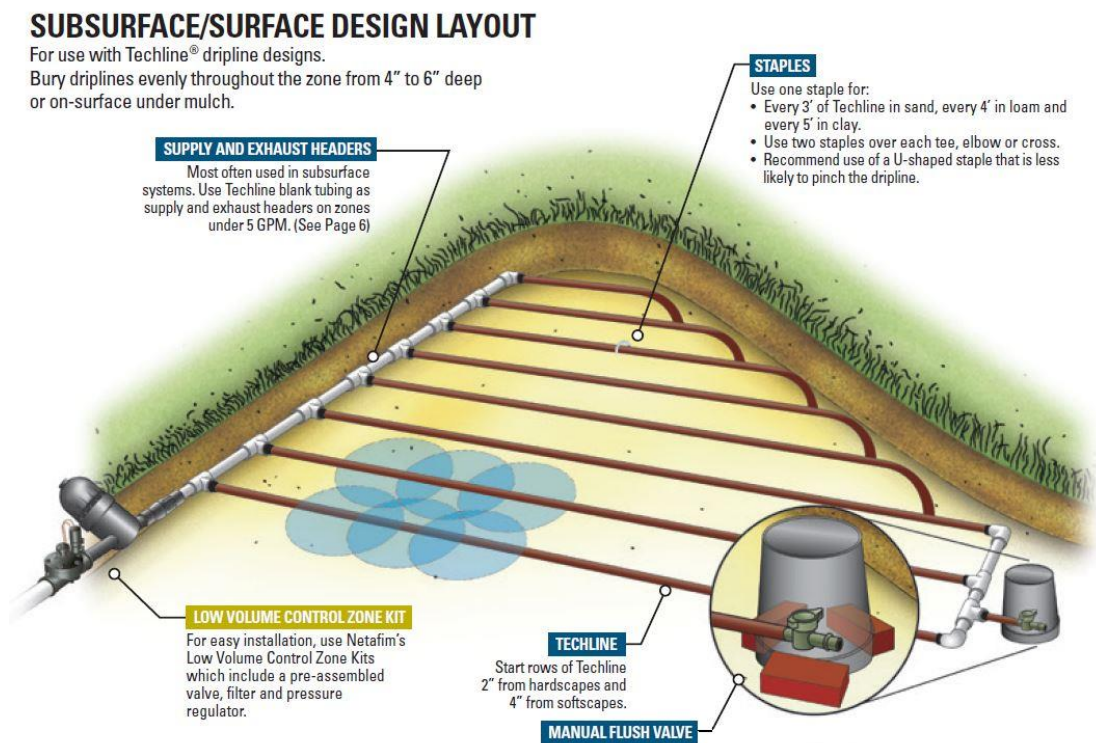


Figura 4.4. Disposición en campo elegida para el riego de plantas superficiales (césped y arbustos)

- Para el riego de especies individuales como árboles y palmeras se ha elegido una disposición en anillo que rodee el tronco de la planta repartiendo el aporte de agua de manera periférica al mismo. Cada árbol contará con su propio anillo.

Con el objetivo de equiparar el caudal de todas las electroválvulas se ha tomado como método de diseño el agrupamiento de varios árboles en el mismo grupo, componiendo un caudal total de riego de árboles equiparable al de una de las electroválvulas de césped. Todos estos árboles agrupados compondrán un único circuito y estarán agrupados bajo el mismo controlador. Al igual que en el caso de subredes de césped y arbustos estas también estarán conectadas a la red secundaria de su sector correspondiente.

## TREE RING LAYOUT

For Techline® HCVXR or CV layout.

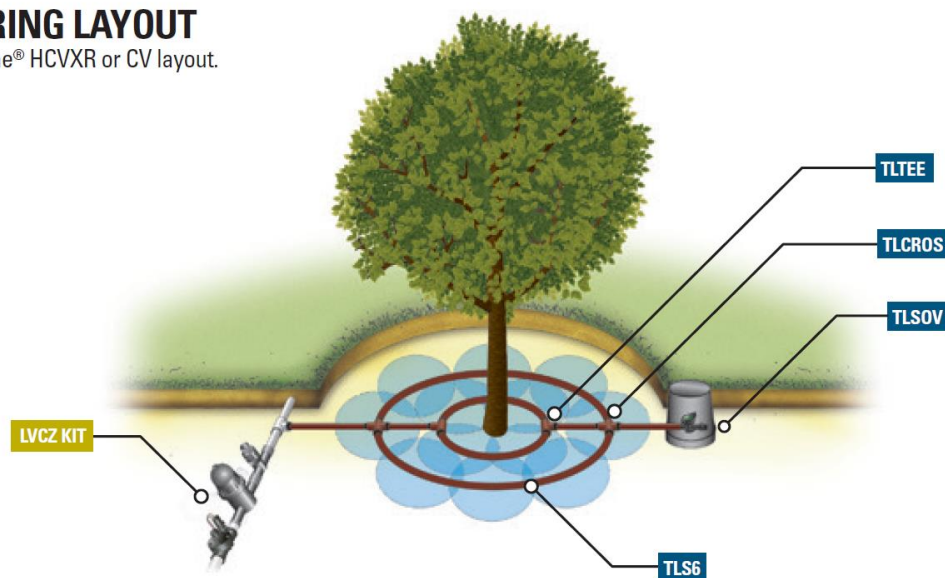


Figura 4.5 Disposición en anillo elegida para el riego de árboles y palmeras.

### 4.4.12 Válvulas de acople rápido

Para permitir el riego manual con mangueras en casos de no funcionamiento de la red automatizada se optará por la inclusión de válvulas de acoplamiento rápido. Estas estarán localizadas en áreas plantadas, cubriendo distancias que no superen los 40 m.

Se plantea usar válvulas de acople rápido de 1"; estas estarán formadas por dos tipos de piezas con una capacidad de descarga de entre 3,40 – 15,89 m<sup>3</sup>/h a una presión entre 3 y 8 bar.

La válvula deberá estar hecha de cobre rojo y tendrá una cubierta de bloqueo hecha de caucho termoplástico moldeada. La tapa debería ser de color morada con advertencias de “No beber” en inglés y árabe cuando se use en sistemas de agua no potable.

La válvula deberá abrirse y cerrarse mediante una llave de cobre del mismo fabricante. La garganta de la válvula deberá tener una chaveta con una posición dentada para regular el flujo de agua.

### 4.4.13 Válvulas de purga

Para permitir la evacuación del aire de dentro de las redes de tuberías las válvulas de alivio de purga. Estas válvulas también se ubicarán en puntos definidos para permitir la liberación automática a la atmósfera de las pequeñas bolsas de aire acumuladas desde una tubería presurizada.

El tamaño de las válvulas se definirá de acuerdo con cada caso singular. Como criterios generales se considerará la válvula de alivio de aire de 1" para tuberías con un diámetro igual a 60 mm y una válvula de alivio de aire de 1,5" mm para diámetros entre 60 y 90 mm.

Su ubicación concreta no será definida en este diseño, sino que será in situ el técnico instalador el que siguiendo las especificaciones del fabricante y basándose en sus conocimientos en la materia ubicará este dispositivo en el lugar más apropiado dentro de cada una de las subredes de riego.

### 4.4.14 Arquetas de riego

Todos los dispositivos de control, tales como válvulas de compuerta, electroválvulas de solenoides y salidas de aire se localizarán bajo tierra en pequeñas bocas de plástico. Se consideran varios tipos.

- Se necesitan pozos de hormigón (o ladrillo) para arquetas de los diferentes POC y de las válvulas maestras debidas a su mayor tamaño. Como regla general serán rectangulares (apertura superior 59 cm L x 49 cm W x 30.7 cm H).
- Cajas de válvulas de HDPE de plástico, diseñadas para agua no potable, para redes secundarias con todos sus dispositivos asociados y para las QCV. Estas serán cajas redondas de apertura superior de 27 cm (10") de diámetro preferiblemente.

Cabe mencionar que las tapas de las válvulas de riego deberán estar etiquetadas con advertencias sobre la calidad del agua. “AGUA RECICLADA – NO BEBER” o “VÁLVULA DE CONTROL DE RIEGO – AGUA CONTAMINADA NO BEBER”, tanto en inglés como en árabe.

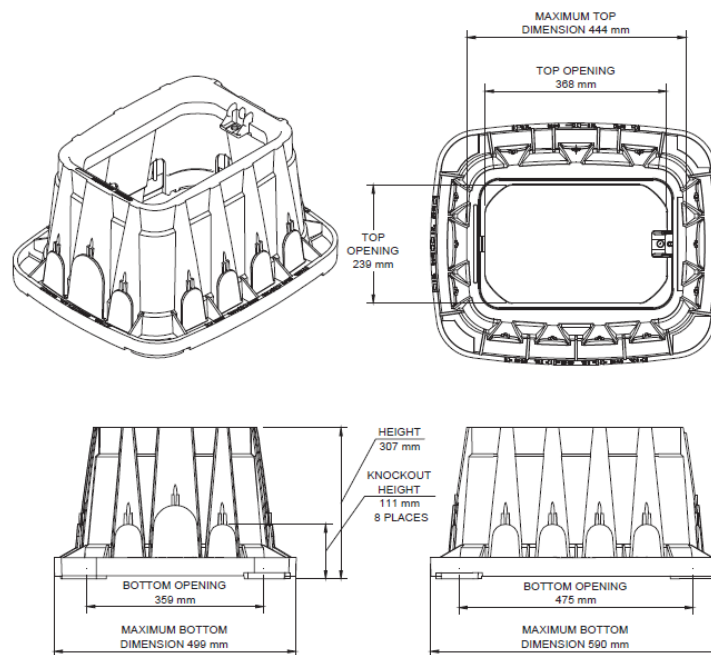


Figura 4.6 Detalle suministrado por el fabricante de una arqueta de riego tipo

## 4.5 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

Para proceder con el proceso propiamente dicho de diseño y dimensionamiento de la red de riego una vez ya se ha decidido la estrategia a seguir y los elementos que van a componer esta instalación es necesario partir de unos inputs o datos de partida. Estos van a ser los siguientes.

- **Diseño arquitectónico del parque** junto con el diseño de paisajismo en el que se recogen la localización y reparto de la tipología de especies vegetales que se van a plantar a lo largo y ancho de la geometría de la parcela.  
Esto nos permitirá la diferenciación por necesidades de agua de las plantas, ya que no todas requerirán la misma cantidad de este recurso.
- **Localización y ubicación de los edificios de tanques y bombas.** Serán el punto de origen de nuestro diseño.
- **Perfil topográfico del terreno.** La influencia en la variación de la altura a la hora del cálculo de presión del suministro hace que este dato de entrada sea también necesario para un correcto dimensionamiento.

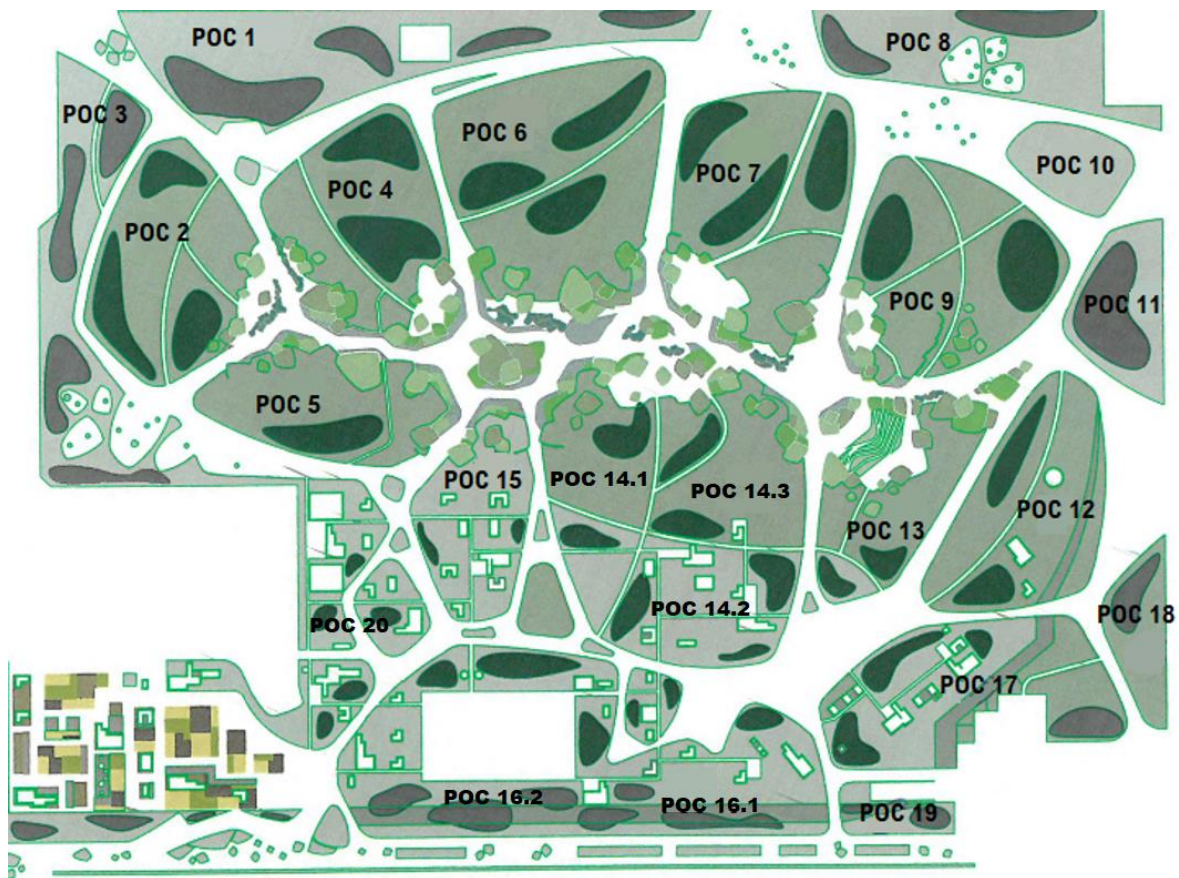


#### 4.5.1 SECTORIZACIÓN Y CÁLCULO DE NECESIDADES

El primero de los pasos que se van a realizar es la división de la superficie en los diferentes sectores de riego. Esto permitirá a la hora de la configuración de los ciclos la combinación entre ellos dando una gran versatilidad al sistema.

Como puede verse en la figura mostrada a continuación, en la medida de lo posible se ha tratado de aprovechar la distribución arquitectónica y delimitar sectores por cada uno de los parterres. En el caso de algunos muy grandes como el 16 se ha optado por la subdivisión de este. Como resultado se obtienen los 23 sectores de riego.

Cada uno de estos sectores cuenta con un punto de conexión exclusivo para él y estará gobernado por una válvula automática que habilitará el riego en él.



*Figura 4.7 Resultado de la creación de los sectores de riego obteniéndose 23 diferentes.*

Para cada uno de estos sectores se procede con un recuento pormenorizado de la cantidad de plantas que se encuentran en él. Para las especies superficiales y en extensión se obtiene el sumatorio de las áreas y para especies puntuales como son los árboles su número total.

Esto posibilita la obtención del volumen total diario necesario para cada uno de los puntos de conexión. A modo de tabla resumen se muestra a continuación el resultado de esta actividad.

POC	WATER REQUIREMENT PER DAY (m3)	Total valve flow (GPM)
V1	116,51	598,02
V2	87,82	451,30
V3	82,97	413,21
V4	95,78	493,29
V5	72,29	370,22
V6	142,26	731,38
V7	111,01	570,06
V8	71,98	357,94
V9	102,95	529,13
V10	22,98	122,98
V11	44,82	223,15
V12	81,14	413,38

POC	WATER REQUIREMENT PER DAY (m3)	Total valve flow (GPM)
V13	68,66	351,80
V14.1	75,30	383,72
V14.2	54,25	3,00
V14.3	3,00	2,00
V15	72,96	370,07
V16.1	117,26	590,13
V16.2	80,43	404,17
V17	110,53	558,92
V18	26,57	134,98
V19	89,97	453,36
V20	48,48	245,84

*Figura 4.8 Tabla resumen de las necesidades de agua por cada sector de riego*

Debido a que solo se dispone de 8 horas para realizar el riego, se ha optado por determinar que los sectores deberán ser regados en periodos de una hora. Aplicando esto obtenemos los valores de caudales también incluidos en la tabla anterior. El suministro de este caudal durante 1 hora dará como resultado la consecución del aporte diario para cada punto de conexión.

#### 4.5.2 TRAZADO DE RED PRIMARIA

Una vez se ha procedido a la definición de los sectores y se ha ubicado en planta la ubicación de las arquetas de cada uno de los puntos de conexión, el siguiente paso consiste en “coser” estos elementos. Es decir, se prosigue con el trazado de la red de tuberías que conecten la totalidad de los sectores a los puntos de suministro, los dos edificios de depósitos.

El diseño finalmente elegido es el uso de una red anillada, que posibilita el cumplimiento de la condición de suministro desde cualquiera de ambos edificios en caso de que el otro no esté disponible. A partir de este anillo, que discurre por el mismo trazado que los caminos principales del parque, saldrán todas las derivaciones necesarias hasta los puntos de acometida de los sectores.

La determinación de los diámetros de tuberías no es posible todavía dado que no se conoce aún los caudales que van a circular por la red. Por el contrario, el dato de la longitud de los diferentes tramos de tuberías ya si se conoce, dato que será necesario para los cálculos hidráulicos.



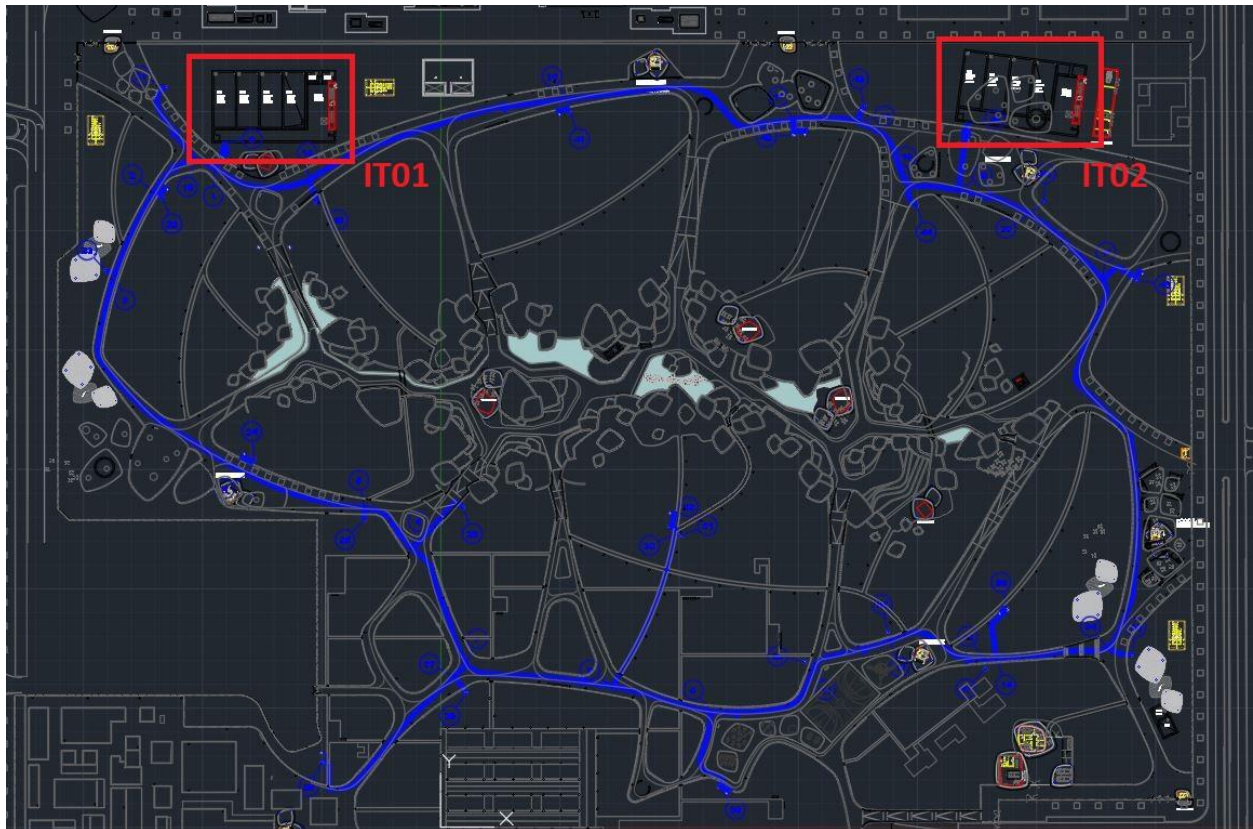


Figura 4.9. Trazado de la red primaria de riego desde los edificios de tanques hasta los POC.

### 4.5.3 AGRUPACIÓN DE SECTORES EN PERIODOS.

Para la determinación de los 8 periodos de riego de 1 hora cada uno conviene crear una combinación de sectores que propicie un caudal lo más parecido posible en todos ellos.

También otros aspectos como la ubicación de estos tienen influencia en el diseño. Si se agrupan en un periodo un grupo de sectores muy cercanos entre sí, habrá que mover la totalidad del caudal hasta esa zona del parque, pero si por el contrario las partes elegidas están dispersas, los caudales de trabajo se dividirán por las diferentes ramas de la red optimizando los diámetros de tuberías necesarios y las pérdidas de carga asociadas.

A continuación, se muestra la configuración definitiva de los periodos, fruto de varias iteraciones de combinaciones, que ha generado un mejor resultado en el dimensionamiento posterior.

Irrigation period 1	V18	V12	V17	
Irrigation period 2	V13	V14.2	V16.2	
Irrigation period 3	V14.1	V14.3	V15	
Irrigation period 4	V19	V16.1	V20	
Irrigation period 5	V5	V3	V2	
Irrigation period 6	V1	V4		
Irrigation period 7	V6	V7		
Irrigation period 8	V8	V9	V10	V11

Figura 4.10. Configuración de sectores para cada uno de los periodos de riego

Irrigation period 1	251,49	m <sup>3</sup> /h
Irrigation period 2	233,90	m <sup>3</sup> /h
Irrigation period 3	248,41	m <sup>3</sup> /h
Irrigation period 4	292,84	m <sup>3</sup> /h
Irrigation period 5	280,44	m <sup>3</sup> /h
Irrigation period 6	247,86	m <sup>3</sup> /h
Irrigation period 7	295,59	m <sup>3</sup> /h
Irrigation period 8	280,09	m <sup>3</sup> /h

Figura 4.11. Caudales de diseño de cada periodo de riego en base a la agrupación de sectores hecha.

#### 4.5.4 DIMENSIONADO DE TUBERÍAS

El paso final para la obtención de los diámetros de las conducciones puede ahora llevarse a cabo, ya que se dispone de todos los datos necesarios para ello.

El procedimiento a seguir es la división en tramos de tuberías. Estos tramos están definidos por el trazado de tubería que se encuentra entre dos derivaciones o uniones de tuberías. De esta manera no hay cambio de caudales dentro del mismo tramo.

La programación realizada en la hoja de cálculo permite mediante un ilustrativo panel de control seleccionar la configuración de riego que quiere calcularse. En este se puede seleccionar tanto el edificio desde el que se va a realizar el suministro como el periodo de riego elegido.

IRRIGATION SYSTEM FEED FROM		
IT01 BUILDING		
IT01 BUILDING		
IT02 BUILDING		
<input checked="" type="checkbox"/> Period 1	<input type="checkbox"/> Period 4	<input type="checkbox"/> Period 7
<input type="checkbox"/> Period 2	<input type="checkbox"/> Period 5	<input checked="" type="checkbox"/> Period 8
<input type="checkbox"/> Period 3	<input type="checkbox"/> Period 6	

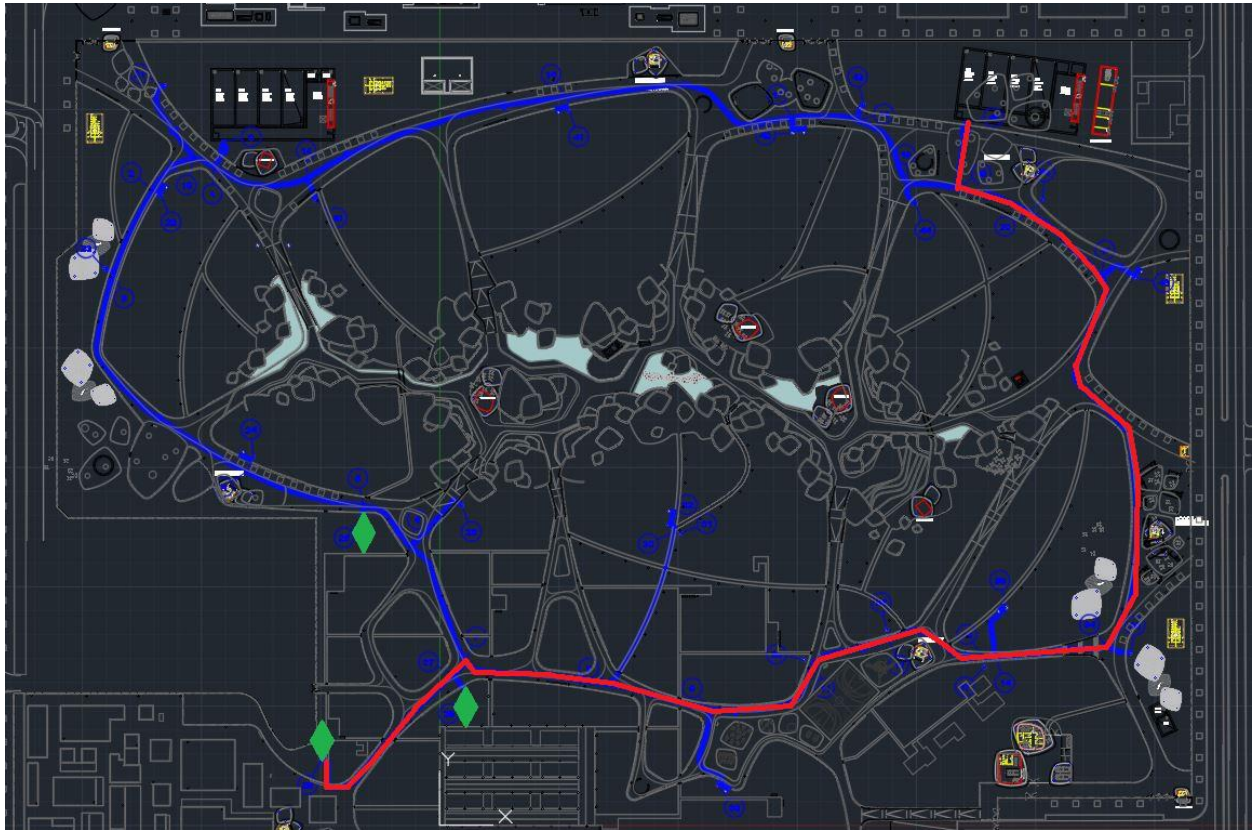
Figura 4.12 Panel de configuración de la situación de riego en la hoja de cálculo.

Como el tamaño de las tuberías vendrá delimitado por la velocidad máxima de circulación del agua por su interior, el calibre elegido deberá ser el que, de entre todas las configuraciones posibles, garantice que el caudal mayor de todos cumpla el requisito de <1,5 m/s.

La tabla procesa automáticamente esta información y a la vez que tira de una base de datos donde tiene registrado los diámetros comerciales de tuberías, selecciona el tamaño óptimo entre ellos.

En lo correspondiente a las presiones de trabajo, se parte de las presiones mínimas necesarias en cada uno de los puntos de conexión para que la red secundaria y las subredes asociadas de goteros funcionen de una manera correcta. A partir de esto se adicionan las pérdidas de carga generadas en el recorrido de las tuberías hasta el punto original de suministro que en nuestro diseño coincide con la bomba. También las diferencias en las cotas han sido tenidas en cuenta ya que estas se traducen directamente en altura extra a adicionar a las pérdidas de cargas por fricción.

De ello se obtiene una presión mínima, denominada como presión en la ruta crítica. Este valor el que tendrá que suministrar la bomba para asegurar que hasta en la ruta más desfavorable la presión de trabajo es suficiente para llegar al gotero más desfavorable de la instalación en condiciones válidas.



*Figura 4.13. Ruta crítica desde el edificio de tanque IT02 hasta el punto de conexión más desfavorable.*



Nodes	Node 1	Node 2	Description	Length	Flow (GPM)	Velocity (m/s)	Loss (bar)	Manometric height (bar)	Friction loss Node 1 pressure (bar)	Friction loss Node 2 pressure (bar)	Supply Flow (gpm)	Diametre (mm)	Friction factor (adim)	ΔP/L (Pa/m)	Re
48-49	48	49	HDPE 355mm	27,17	1289,33	1,23	0,010	0,843	0,853	4,723	0,00	290,60	0,014	35,47	399630,73
49-20	49	20	HDPE 355mm	35,48	1289,33	1,23	0,013	0,000	0,013	4,723	0,00	290,60	0,014	35,47	399630,73
20-47	20	47	HDPE 355mm	36,20	1289,33	1,23	0,013	0,000	0,013	4,711	0,00	290,60	0,014	35,47	399630,73
47-34	47	34	HDPE 355mm	169,54	1289,33	1,23	0,060	0,000	0,060	4,638	0,00	290,60	0,014	35,47	399630,73
34-14	34	14	HDPE 355mm	47,11	1289,33	1,23	0,017	0,000	0,017	4,638	0,00	290,60	0,014	35,47	399630,73
14-13	14	13	HDPE 355mm	5,07	1289,33	1,23	0,002	0,000	0,002	4,621	0,00	290,60	0,014	35,47	399630,73
13-12	13	12	HDPE 355mm	43,29	1289,33	1,23	0,015	0,000	0,015	4,619	0,00	290,60	0,014	35,47	399630,73
12-11	12	11	HDPE 355mm	32,94	1289,33	1,23	0,012	0,000	0,012	4,604	0,00	290,60	0,014	35,47	399630,73
9-11	11	9	HDPE 355mm	54,80	1289,33	1,23	0,019	0,000	0,019	4,592	0,00	290,60	0,014	35,47	399630,73
9-8	8	9	HDPE 355mm	42,75	1289,33	1,23	0,022	0,000	0,022	4,557	0,00	290,60	0,014	35,47	399630,73
8-7	7	8	HDPE 355mm	62,72	1289,33	1,23	0,022	0,000	0,022	4,535	0,00	290,60	0,014	35,47	399630,73
49-19	49	19	0,00	22,08	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	-0,049	0,00	20,40	0,000	0,00	0,00
19-18	19	18	0,00	36,23	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	-0,049	0,00	20,40	0,000	0,00	0,00
18-17	18	17	0,00	11,92	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	-0,049	0,00	20,40	0,000	0,00	0,00
17-16	17	16	0,00	116,92	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	-0,049	0,00	20,40	0,000	0,00	0,00
16-15	16	15	0,00	115,23	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	-0,049	0,00	20,40	0,000	0,00	0,00
1-15	15	1	0,00	41,48	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	-0,049	0,00	20,40	0,000	0,00	0,00
1-10	10	1	0,00	9,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	-0,049	0,00	20,40	0,000	0,00	0,00
2-10	10	2	0,00	23,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	-0,049	0,00	20,40	0,000	0,00	0,00
2-3	2	3	0,00	37,77	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	-0,049	0,00	20,40	0,000	0,00	0,00
3-4	3	4	0,00	116,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	-0,049	0,00	20,40	0,000	0,00	0,00
6-5	6	5	HDPE 160mm	27,31	245,84	1,15	0,022	0,000	0,022	4,035	0,00	130,80	0,016	82,23	169294,69
7-6	7	6	HDPE 160mm	54,75	245,84	1,15	0,045	0,000	0,045	4,035	0,00	130,80	0,016	82,23	169294,69
20-45	20	45	0,00	4,95	0,00	0,00	0,000	-0,049	-0,049	0,000	0,00	20,40	0,000	0,00	0,00
47-46	47	46	0,00	16,51	0,00	0,00	0,000	-0,049	-0,049	0,000	0,00	20,40	0,000	0,00	0,00
34-39	34	39	0,00	8,90	0,00	0,00	0,000	-0,049	-0,049	0,000	0,00	20,40	0,000	0,00	0,00
14-38	14	38	0,00	3,50	0,00	0,00	0,000	-0,049	-0,049	0,000	0,00	20,40	0,000	0,00	0,00
13-37	13	37	0,00	3,50	0,00	0,00	0,000	-0,049	-0,049	0,000	0,00	20,40	0,000	0,00	0,00
12-36	12	36	0,00	3,50	0,00	0,00	0,000	-0,049	-0,049	0,000	0,00	20,40	0,000	0,00	0,00
11-35	11	35	0,00	3,50	0,00	0,00	0,000	-0,049	-0,049	0,000	0,00	20,40	0,000	0,00	0,00
9-33	9	33	0,00	35,99	0,00	0,00	0,000	-0,049	-0,049	0,000	0,00	20,40	0,000	0,00	0,00
8-30	8	30	0,00	69,52	0,00	0,00	0,000	-0,049	-0,049	0,000	0,00	20,40	0,000	0,00	0,00
30-31	30	31	0,00	3,50	0,00	0,00	0,000	-0,049	-0,049	0,000	0,00	20,40	0,000	0,00	0,00
30-32	30	32	0,00	6,90	0,00	0,00	0,000	-0,049	-0,049	0,000	0,00	20,40	0,000	0,00	0,00
7-27	7	27	HDPE 315mm	7,17	1043,48	1,26	0,003	0,000	0,003	4,535	0,00	257,80	0,014	43,01	364580,85
27-28	27	28	HDPE 225mm	6,97	590,13	1,40	0,005	-0,049	-0,044	3,901	590,13	184,00	0,015	77,62	289880,18
27-29	27	29	HDPE 200mm	84,49	453,36	1,36	0,072	-0,049	0,023	4,532	453,36	163,60	0,015	84,76	249602,64
19-44	19	44	0,00	9,35	0,00	0,00	0,000	-0,049	-0,049	0,000	0,00	20,40	0,000	0,00	0,00
18-43	18	43	0,00	5,37	0,00	0,00	0,000	-0,049	-0,049	0,000	0,00	20,40	0,000	0,00	0,00
17-42	17	42	0,00	4,43	0,00	0,00	0,000	-0,049	-0,049	0,000	0,00	20,40	0,000	0,00	0,00
16-41	16	41	0,00	4,95	0,00	0,00	0,000	-0,049	-0,049	0,000	0,00	20,40	0,000	0,00	0,00
15-40	15	40	0,00	7,57	0,00	0,00	0,000	-0,049	-0,049	0,000	0,00	20,40	0,000	0,00	0,00
10-21	10	21	0,00	35,45	0,00	0,00	0,000	-0,049	-0,049	0,000	0,00	20,40	0,000	0,00	0,00
2-22	2	22	0,00	3,50	0,00	0,00	0,000	-0,049	-0,049	0,000	0,00	20,40	0,000	0,00	0,00
3-23	3	23	0,00	3,50	0,00	0,00	0,000	-0,049	-0,049	0,000	0,00	20,40	0,000	0,00	0,00
4-24	4	24	0,00	3,50	0,00	0,00	0,000	-0,049	-0,049	0,000	0,00	20,40	0,000	0,00	0,00
5-25	5	25	HDPE 160mm	3,50	245,84	1,15	0,003	-0,049	-0,046	4,012	245,84	130,80	0,016	82,23	169294,69
6-26	6	26	0,00	28,99	0,00	0,00	0,000	-0,049	-0,049	0,000	0,00	20,40	0,000	0,00	0,00

Figura 4.14. Tabla final con diámetros y pérdidas de carga para la configuración de la ruta crítica.

## 4.6 MODELADO DE LA RED

El dimensionado de la red ya ha concluido obteniendo como resultados finales las dimensiones y los trazados de tuberías necesarios para la definición completa de la instalación.

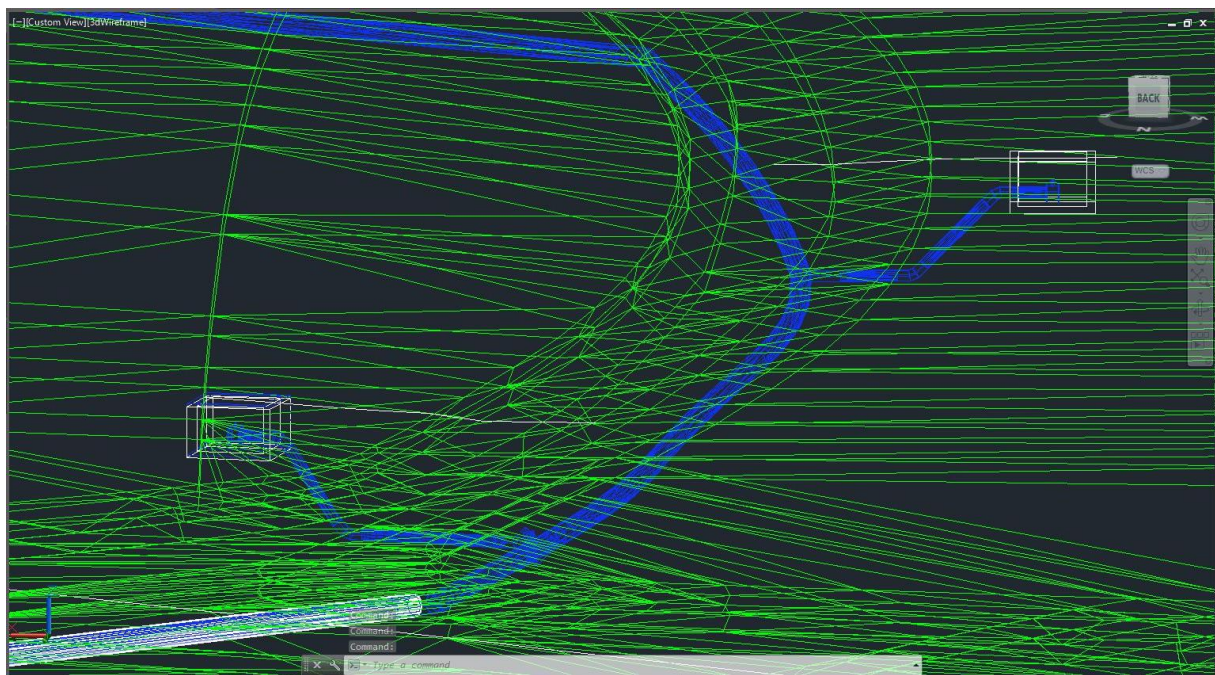
Es ahora cuando puede realizarse correctamente el proceso de modelado de la red en el programa que se ha elegido para esta función. En este caso se trata del AutocadCivil3D.

En él ya se encuentra introducida la topografía y arquitectura del parque y sobre ella se va a introducir las tuberías que se acaban de diseñar.

La utilidad de este software, que implementa la tecnología BIM, es la generación de entregables de una manera más rápida y sencilla ya que tiene integradas herramientas para ello. Detalles como las secciones longitudinales de cada uno de los tramos y su referencia con el nivel del suelo, que serán indispensables en la fase constructiva, son fácilmente obtenibles gracias a esta tecnología.

El poder trabajar simultáneamente al modelado de otras instalaciones tan importantes y voluminosas como la red de saneamiento propicia que se vayan resolviendo las interferencias entre ellas a la vez que se vaya trazando, evitando el quebradero de cabeza que supone la resolución de todas las colisiones a posteriori.

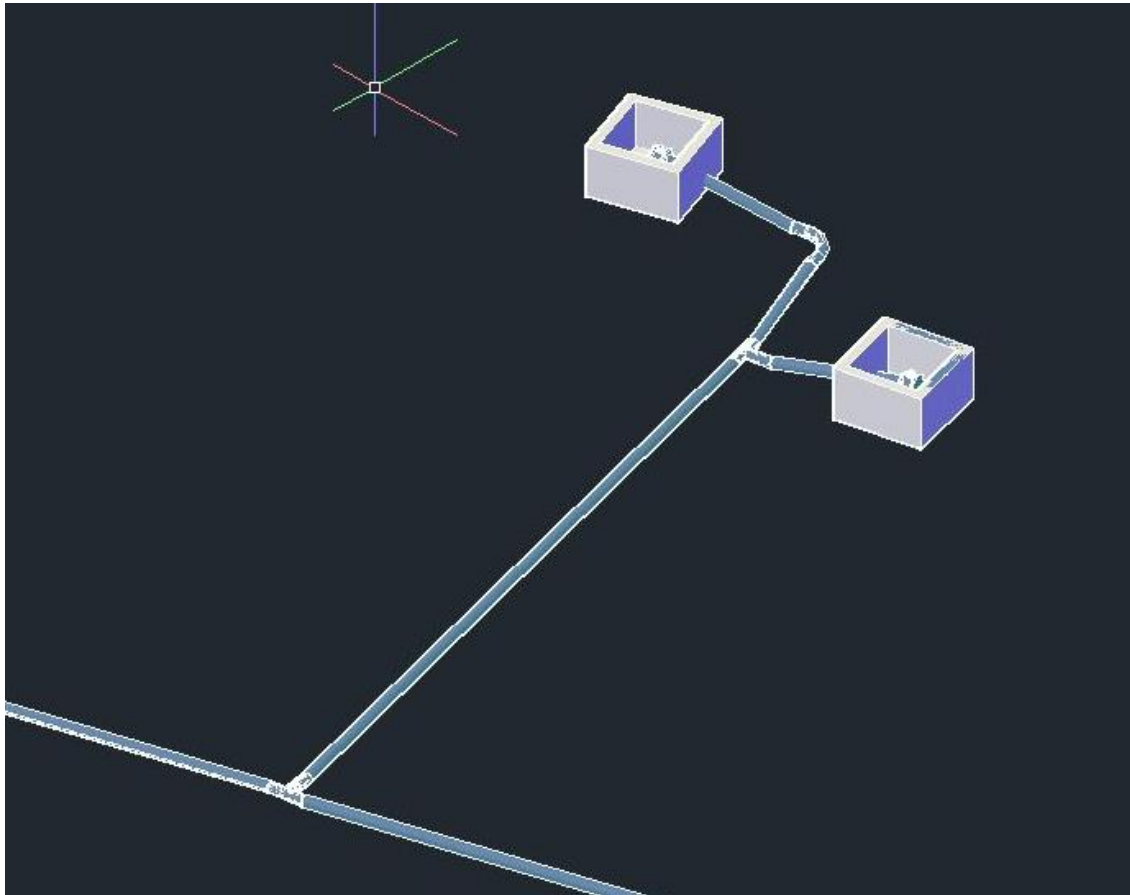
Se muestran a continuación algunos ejemplos de este proceso de modelado de la red de tuberías.



*Figura 4.15 Detalle de modelado del anillo principal y sus derivaciones hasta los puntos de conexión*



Figura 4.16 Ejemplo de sección longitudinal de una tubería de derivación hasta la arqueta del POC



*Figura 4.17 Detalle de conexión desde el anillo principal a dos puntos de conexión y sus arquetas.*

# 5 INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN

---

La finalidad de este epígrafe es la descripción y definición del sistema de iluminación de la totalidad del parque que es objeto de proyecto.

Este sistema de alumbrado, como cualquiera que podamos encontrarnos en las vías públicas o parques cubrirá la totalidad de las zonas transitables por las personas usuarias de dicho parque lo que principalmente conlleva los caminos (principales y senderos secundarios) así como algunas zonas de deporte habilitadas u otras para usos diversos.

## 5.1 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Esta instalación tiene como objetivo el dotar toda la superficie con una iluminancia cómoda y confortable que permita el uso y disfrute del parque en horas nocturnas

También dentro de los objetivos están la consecución de un sistema eficiente desde el punto de vista energético, mediante el uso de la tecnología LED, que conlleva un ahorro bastante notable en comparación con otro tipo de tecnologías de iluminación más antiguas.

La gran notoriedad del proyecto hace que los requisitos del departamento de arquitectura sean más restrictivos desde el punto de vista ornamental y decorativo, pasando siempre por ellos una vez el equipo MEP hace la propuesta del prediseño del alumbrado la última decisión en cuanto a conformidad o rechazo de los modelos y la disposición elegidas.

A nivel de sectorización o diferenciación de zonas se ha decidido categorizar los diferentes caminos y senderos que están distribuidos por la totalidad del parque. De esta manera quedan definidas 3 zonas diferenciadas que tendrán tanto diferentes dispositivos de iluminación como diferentes requerimientos mínimos a cumplir:

- Caminos principales: son aquellos que por su tamaño (anchos mayores a 3 metros) han sido diseñado como principales trazados de paso
- Caminos o veredas secundarias (de ancho no mayor a 2,5 m). Son derivaciones de los caminos principales que los interconectan entre sí. Fueron ideados además con cierta finalidad decorativa.
- Parte central del parque o valle. Es una zona icónica y por ello será tomada con consideraciones especiales. Presenta una orografía muy peculiar que influye a la hora del diseño del sistema de alumbrado.



Para el proceso de diseño se ha tenido en cuenta los diferentes requisitos del cliente, los cuales pueden ser sintetizados en las siguientes pautas:

- Utilización de luminaria LED y de buena eficiencia energética que contribuya al alcance de altos índices de eficiencia en la totalidad de las instalaciones.
- Colocación de las luminarias únicamente en las lindes de los caminos, sin interrumpir el tránsito esperado de las personas y sin estar dentro de los parterres vegetales.
- Utilización de un alumbrado icónico acorde con la línea de diseño del resto de mobiliario urbano del parque.
- Alimentación separativa de como mínimo un tercio de la totalidad de las luminarias mediante otra fuente de energía que garantice su funcionamiento en situaciones de cortes en el suministro continuo para garantizar la segura evacuación de los usuarios.

Las principales características de todos los elementos de esta red cumplirán los criterios de diseño, códigos y estándares obligatorios.

Mediante el uso de estos han quedado definidos los siguientes valores o requerimientos de iluminación que son los que deberán cumplirse al realizar los cálculos lumínicos:

*Tabla 5-1. Tabla de requerimientos lumínicos mínimos en función de la zona a calcular.*

<b>Zona</b>	<b>Iluminancia media mínima [luxes]</b>	<b>Iluminancia mínima [luxes]</b>	<b>Uniformidad</b>
Camino principales	20	6.5	0.4
Camino secundarios	10	1.5	0.1
Valle central	30	10	0.4

Los resultados del desarrollo de este punto será la disposición definitiva de todos los puntos de luz del parque, así como la generación de los entregables necesarios como pueden ser los planos o los informes generados por el mismo software. Estos informes recogen los valores arriba mostrados para cada una de las superficies de cálculo que se tiene sirviendo a la vez para comprobar la idoneidad del diseño obtenido y como documento justificativo del cumplimiento normativo.

Este output será además un elemento necesario para el diseño y dimensionamiento de la siguiente instalación (suministro de energía eléctrica) donde todos los consumidores finales deberán ser alimentados desde la fuente dispuesta o elegida para esta finalidad.

## 5.2 NORMATIVA DE APLICACIÓN

Se enumeran a continuación los organismos de los que se han tomado los códigos y reglamentos tenidos en cuenta para el diseño y dimensionamiento de esta instalación:

- Regulaciones locales (en su versión más actualizada) emitidas por la Organización de Estandarización de Arabia Saudí (SASO), Compañía eléctrica Saudí (SEC), Compañía de telecomunicaciones Saudí. También el ministerio de Vivienda y Construcciones, el ministerio de Transporte y la autoridad civil de Aviación.
- National Fire Protection Association (NFPA).

- Institute of Electrical Engineers (IEE).
- International Electro-technical Commission (IEC).
- International Organization for Standardization (ISO).
- Chartered Institute of Building Service Engineers (CIBSE).
- British Standard for Earthing (BS 7430).
- British Standard for Protection Against Lightning (BS EN 62305).
- International Telecommunication Union (ITU).

### 5.3 SOFTWARE EMPLEADO

El software empleado para el diseño y cálculo de la instalación lumínica de la totalidad del parque es DialuxEvo ®. Este es un software libre de la empresa DIAL GmbH y que por su facilidad de uso e interfaz cómoda para el usuario tiene un uso extendido tanto en el cálculo de instalaciones de iluminaciones en los interiores de edificios como en zonas de exterior tal y como pueden ser viales y calles tanto peatonales como para circulación de vehículos.

Además de elaborar todo tipo de cálculos luminotécnicos con justificaciones normativas, puede crear gran cantidad de visualizaciones y animaciones para que de una manera rápida e intuitiva puedan tanto interpretarse los resultados (graficas de isolíneas, gráficos de colores, ...) como hacerse una idea del efecto lumínico obtenido con la disposición de luminarias realizadas. Incluso dentro de sus funcionalidades cada vez está incorporando un mayor número de ellas relacionadas con la eficiencia energética y las ratios de consumo energético, muy útiles de cara a la posible obtención de certificados de eficiencia energética.

Es por todo ello que el uso de este software para el dimensionamiento y diseño de la iluminación del proyecto que nos ocupa ha sido considerado lo más idóneo.



*Figura 5.1 Icono corporativo del software DIALux evo perteneciente a la marca DIALux*

A esto hay que sumarle la ventaja de que numerosos fabricantes de equipos lumínicos como Philips, Osram, Panasonic o Siteco, además de muchos otros proveedores líderes a nivel mundial facilitan de manera online los plug-in de los productos que ellos incluyen en sus catálogos con sus respectivas características reales.

Esto facilita que los cálculos realizados no sean únicamente estimativos, sino que gracias a ello y tras la elección de un tipo concreto de luminaria de un fabricante específico, se alcanza la definición total de la instalación que se está diseñando con su comportamiento real.

Detrás de todo ello y gracias a esta popularidad tiene consecuentemente una gran comunidad en red de usuarios y expertos en su utilización, lo que hoy en día supone un gran respaldo y garantía en caso de que una empresa quiera implantar su uso en el desarrollo diario de su trabajo.

## 5.4 ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN

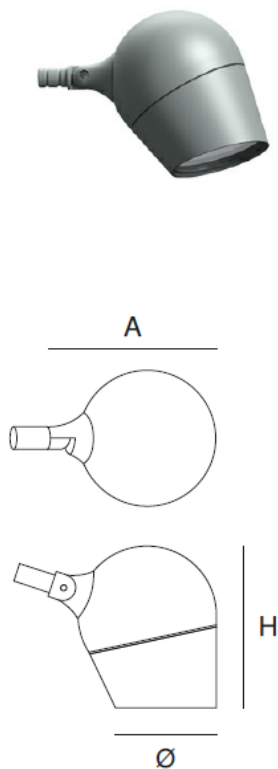
En este caso y debido a la naturaleza de dicha instalación los elementos que la componen son únicamente las luminarias elegidas para el alumbrado del parque.

Como se ha mencionado en los apartados anteriores, la luminaria es tratada por el departamento arquitectónico como un elemento más del diseño y debe ir integrado y en consonancia con el reto de los elementos tales como bancos, papeleras y demás mobiliario urbano para así obtener la consecución de un diseño final armónico.

Siendo por tanto los diferentes elementos luminosos una elección previa y condicionada van a ser tratados como un dato más de partida. Se presentan a continuación los diferentes modelos que serán introducidos posteriormente en el software de cálculo:

Olivio Grande

SX 960 12-9



### luminaire head

rotation symmetrical 80° ( $\pm 40^\circ$ ), wide beam,  
LED, 4500 lm, 3000 K, CRI > 80, electronic converter, Total power:  
41 W

luminaire head, to be mounted on Olivio Candelabra, Sistema or Floracion poles and brackets, luminaire housing made of die-cast aluminium, painted, aluminium, screws made of stainless steel, adjustable head joint ensures precise direction of luminaire head, wide pivoting range from 20° to 195°, can be rotated + / - 180°, shielding made of safety glass  
Optical system: flood reflector  
hidden cable entry through the head joint, incl. 12m feed cable, easy maintenance access via lockbar mechanism,

### Certifications

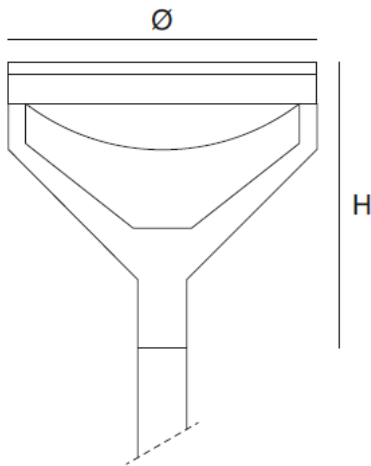
CE, ENEC 05, IK07, IP67, Protection Class II, optional I

colour: Selux Graphite or special finish

Height H: 324 mm  
Diameter Ø: 205 mm  
Outreach : 317 mm  
Weight: 10 kg  
Windpressure: 0,079 m<sup>2</sup>

*Figura 5.2 Tipo de luminaria Olivio Grande SX 960 12-9 del fabricante Selux*

## Astro 2 - flat glas SX 1170 24-9



### **pole top luminaire**

two-arm, symmetric pole connection, asymmetric street, LED, 4500 lm, 4000 K, with LED ring for ambient light, white (3,000K), CRI > 80, electronic converter, Systemleistung: 72 W

pole top luminaire for spigot  $\varnothing$  76mm, luminaire housing made of die-cast aluminium, shielding made of toughened safety glass, clear antireflective coated,

Optical system: reflector optics, optical unit surrounded by an aluminium ring corona for generation of a brilliant concentric structure

incl. 6m feed cable, easy, tool less maintenance access via pushbutton,

CE, IK09, IP66, Protection Class II, optional I

colour: Selux Graphite or special finish

Height H: 605 mm

Diameter  $\varnothing$ : 590 mm

Weight: 18,2 kg

Windpressure: 0,273 m<sup>2</sup>

Make: Selux, Type: SX 1170 24-9

*Figura 5.3 Tipo de farola Astro 2 – flat glas del fabricante Selux*

## BEGA 88657K3 LED 8,2W 1xLED 8,2W



Fotometría absoluta  
Flujo luminoso de las luminarias: 550 lm  
Potencia: 10.0 W  
Rendimiento lumínico: 55.0 lm/W

*Figura 5.4 Tipo de bolardo BEGA 88657K3 del fabricante*

## 5.5 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

Para el cálculo y ubicación de las luminarias necesarias para el cumplimiento de la normativa aplicable definida anteriormente es necesario una serie de inputs de partida que se detallan a continuación. Algunos de ellos responden únicamente a requisitos estéticos y arquitectónicos por lo que la ausencia de estos probablemente hubiera cambiado notablemente la disposición aquí obtenida y que será mostrada posteriormente en los documentos resultantes de los cálculos.

Los datos de partida que se toman como base son los siguientes:

- **Arquitectura y trazados de caminos y zonas transitables**, así como la definición del uso de las zonas diferenciadas en el parque. En base a su uso y aplicando la normativa se definirán consecuentemente los requerimientos de iluminancia media y uniformidad necesarios en cada una de las áreas.
- **Tipo de luminarias y su fabricante**. En este caso este ha sido una elección del equipo de arquitectura del parque y la elección de dicha luminaria responde a motivos ornamentales y de concordancia con el resto de los elementos previstos como puede ser el mobiliario urbano (bancos y papeleras) tanto del

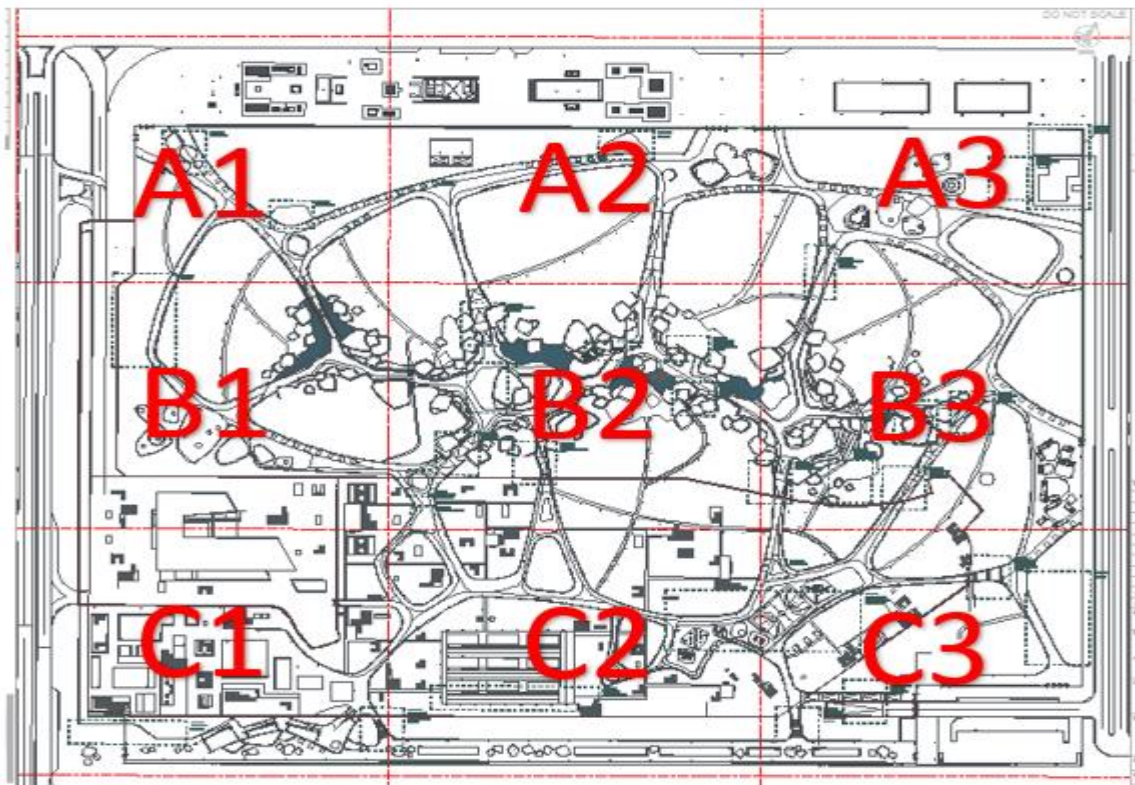
propio parque como de las vías colindantes en las que también se han llevado a cabo actuaciones de mejora urbanística.

- **Preferencias de disposición de luminarias.** El departamento arquitectónico también da como datos de partida una serie de especificaciones que ellos consideran como el diseño ideal conforme a idea que ellos plantean. Entre estas preferencias incluyen algunas como las distancias mínima y máxima entre luminarias o el uso diferenciado de las diferentes tipologías de elementos lumínicos dependiendo de la zona de la que se trate y de su relevancia dentro del proyecto.

Una vez recopilados todos estos aspectos del diseño se procede con las diferentes etapas necesarias para realizar todo el proceso de cálculo en el software:

- **Introducción de la geometría arquitectónica de partida.** Debido al gran tamaño en extensión del parque se decide hacer una división en nueve partes iguales. De esta manera se consigue aligerar el peso de cada uno de los archivos de cálculo en Dialux y poder trabajar de manera más fluida y cómoda mientras se realizan los cálculos.

Como puede verse, a pesar de que cada uno de ellos contiene una novena parte del plano total, es necesario para la buena praxis y la obtención de unos resultados lo más fiables posibles, un cierto solapamiento entre las diferentes superficies de cálculo añadiendo las farolas colindantes a dichas áreas, aunque estrictamente estén fuera de dicho sector.

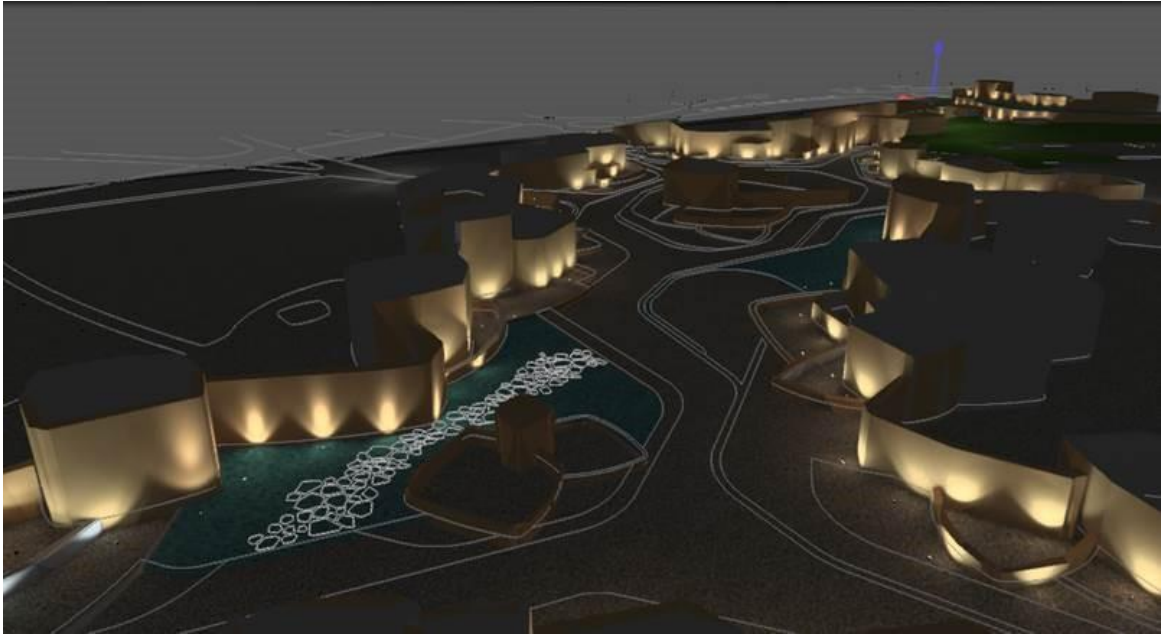


*Figura 5.5 División y sectorización de las diferentes partes del parque para facilidad en los cálculos.*

- **Levantamiento de los elementos que puedan influir en los cálculos lumínicos.** A pesar de que la orografía prevista por la parte de diseño geotécnico y topográfico no es completamente llana, sino que presenta como ya ha sido mencionado ciertas ondulaciones suaves en el terreno, estas no han sido tenidas en cuenta. Esto es justificable ya que las diferencias de cotas existentes dentro de una misma superficie de cálculo son mínimas (más aún con la división en los diferentes sectores de cálculo).



Sin embargo, otros elementos como pueden ser los muros y las elevaciones estructurales de la parte del valle central si van a ser tenidas en cuenta ya que los reflejos de sus superficies tienen una influencia notable en la luminosidad de la zona que rodean. Se muestra a continuación un detalle de estas partes una vez han sido modeladas usando las herramientas de modelado de objetos sencillas y rápidas que Dialux proporciona.



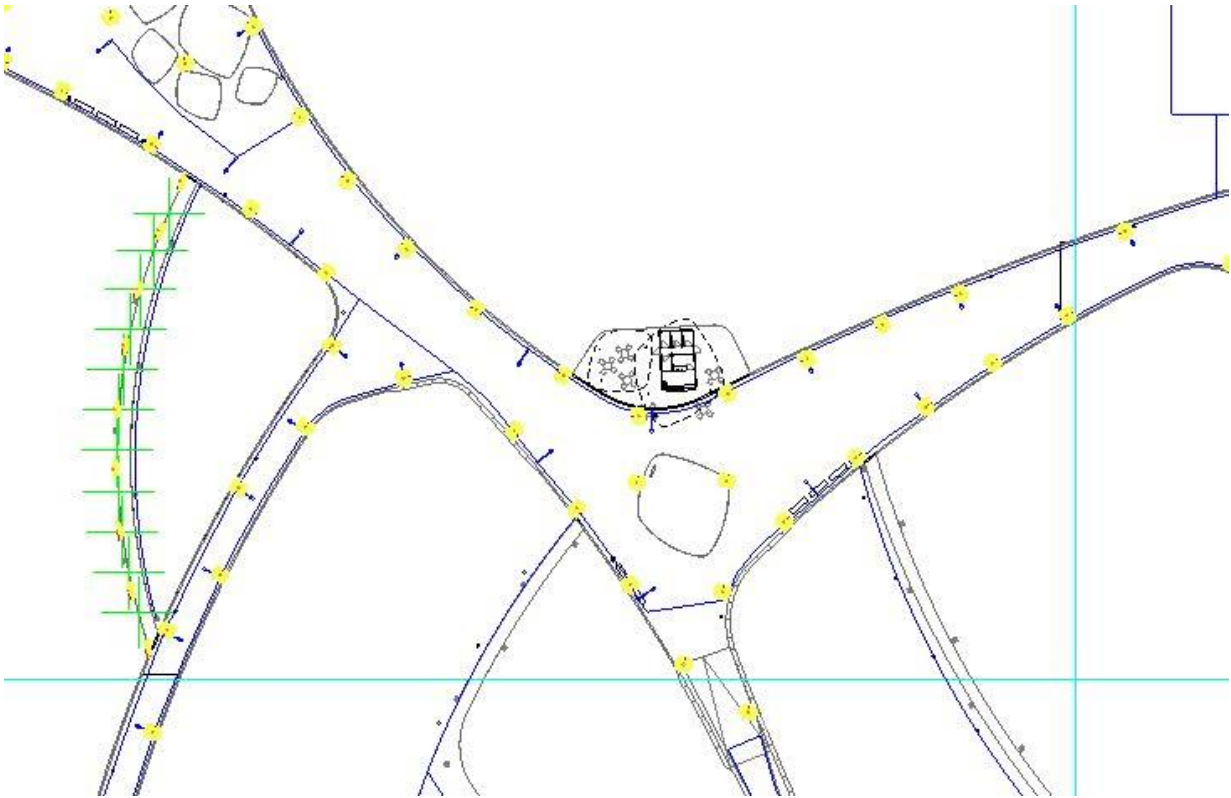
*Figura 5.6 Levantamiento de los elementos integrantes de la arquitectura del valle el software DIALux*

- **Introducción y ubicación de las luminarias** a lo largo de los diferentes caminos transitables del parque, así como en los otros tipos de zonas, siempre intentando satisfacer las especificaciones disposicionales ornamentales que se han pactado.

Para la introducción de cada uno de los tipos de luminaria ya con su modelo específico habrá sido necesario previamente la obtención e introducción de los plug-in del fabricante de los dispositivos lumínicos en el programa.

Dentro de la definición de la ubicación de las luminarias, el software utilizado nos da muchas otras opciones además de la ubicación en planta de estas como pueden ser la altura del punto de luz (también puede ser definido como altura al plano de trabajo) o el grado de rotación en cualquiera de sus ejes. Esto permitirá recrear más fielmente el enfoque de la luminaria a un área determinada u otra en función de su orientación, siendo muy útil sobre todo para el cumplimiento de los valores normativos en puntos peculiares como cruces de caminos o partes aisladas.

También es posible la introducción de otros parámetros técnicos como el factor de mantenimiento, que no es más que un índice que nos permite simular el grado de deterioro o mantenimiento de las instalaciones. Este factor disminuye la eficiencia de la intensidad lumínica en previsión de que durante la explotación normal de este sistema nunca va a hacerlo al 100% ideal, sino factores como las luminarias fundidas o la posible suciedad en las tulipas envolventes de las luminarias mermarán parte de su funcionamiento.



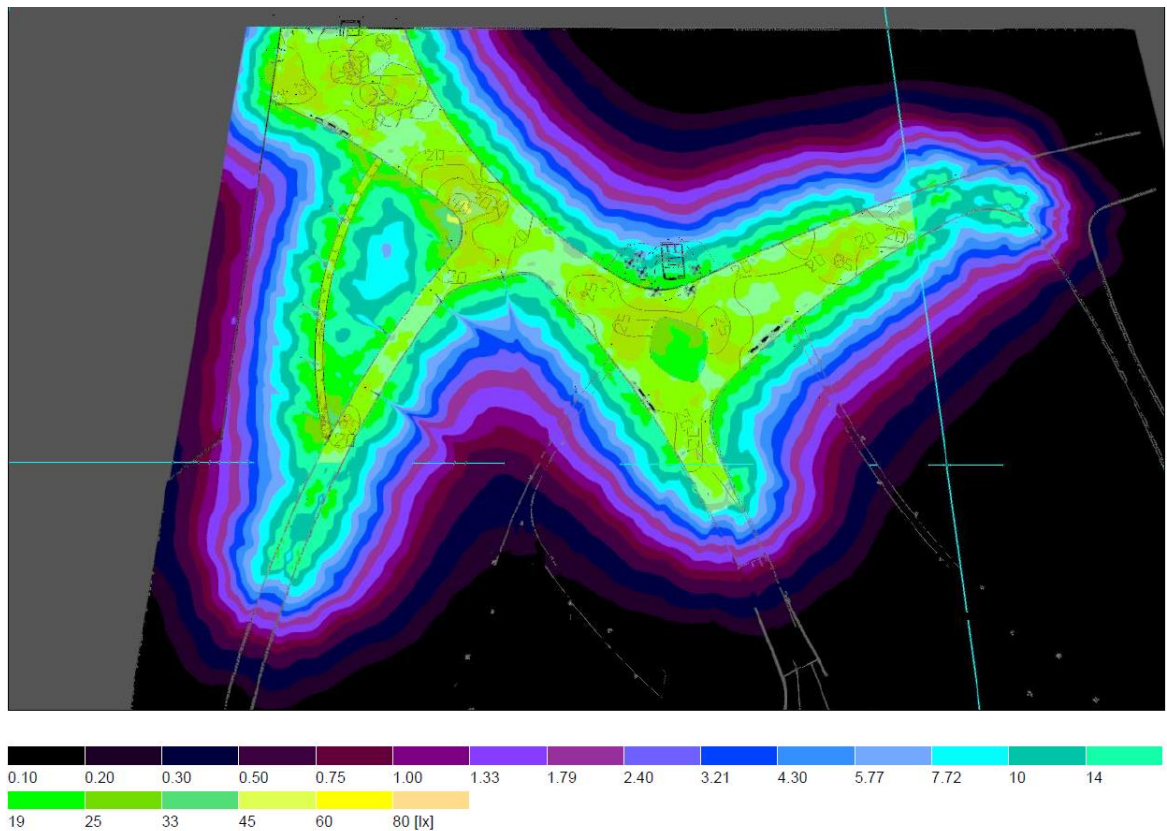
*Figura 5.7 Disposición de los elementos luminarias en las lindes de los caminos del parque.*

- **Cálculo de los valores lumínicos para cada superficie de cálculo.** Este proceso da como resultado los valores de las diferentes magnitudes que el software es capaz de calcular. Su comparación directa con los valores establecidos en la normativa validará o rechazará la aptitud del diseño realizado.

Este proceso es iterativo y conlleva consecuentemente una cierta parte de prueba y error. A pesar de que para otro tipo de disposiciones como pueden ser viales rectos recintos interiores DialuxEvo proporciona herramientas de disposición automática con el simple hecho de meter valores de iluminancia media y uniformidad, la peculiaridad en la geometría del proyecto que nos ocupa hace inviable esta opción.

Es por ello que la pericia y los conocimientos previos del propio ingeniero por experiencia adquirida en proyectos anteriores es directamente proporcional al tiempo dedicado en la obtención de una solución que cumpla con los mínimos que se necesitan, en cuanto a reglamentación se refiere. Todo ello añadido a un cierto sentido de la distribución espacial y buscando siempre la mayor alineación con los objetivos ornamentales del departamento de arquitectura dará como resultado una disposición lo más armónica posible y de acorde a las bases de diseño.

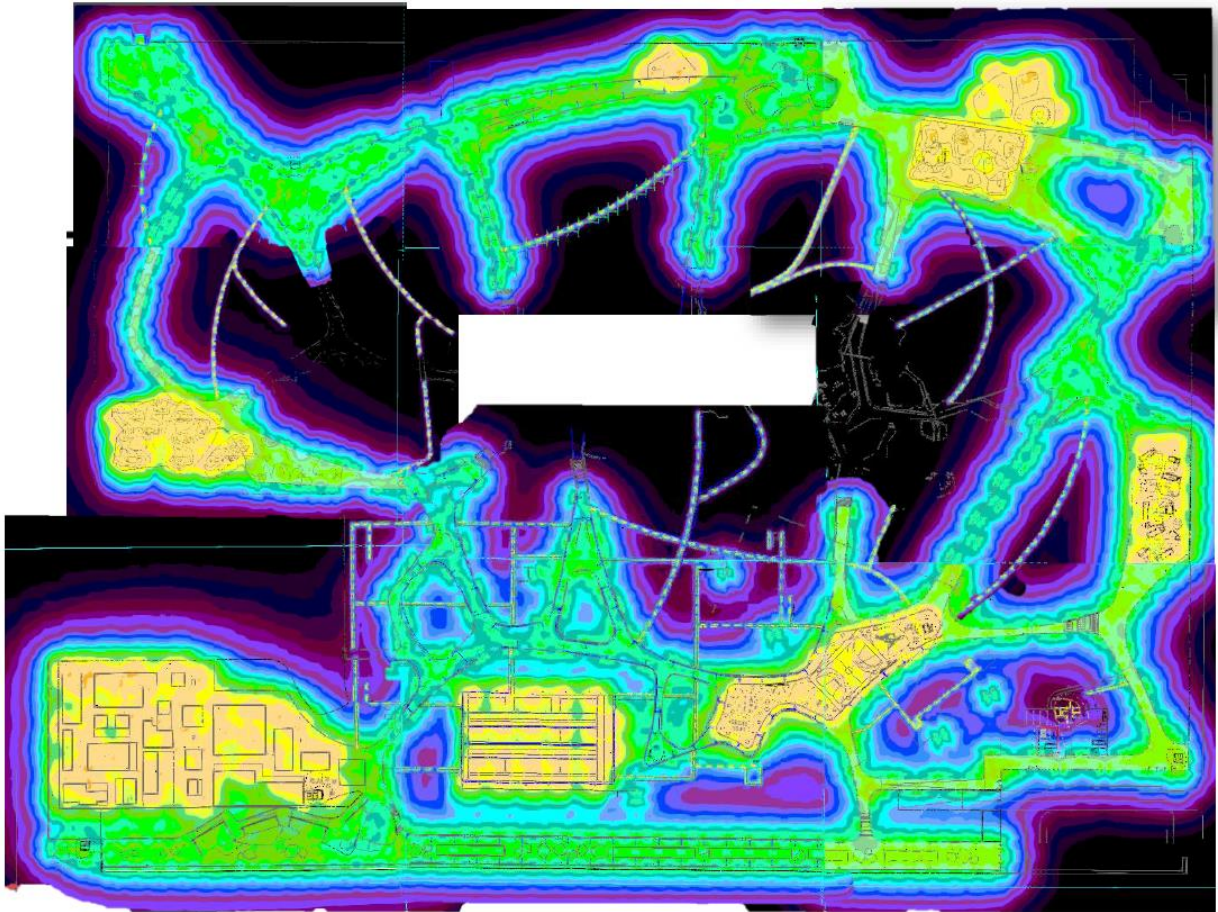




*Figura 5.8 Resultado gráfico de la iluminancia calculada en el sector.*

## 5.6 RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS

Una vez se han obtenido los resultados esperados tras las varias iteraciones en el software de cálculo se puede dar por concluida la fase de diseño. La instalación del sistema de alumbrado del parque ya está definida.



*Figura 5.9 Composición de la totalidad del parque mediante la superposición de las diferentes secciones.*

Se procede a continuación a mostrar la tipología de los entregables obtenidos de este proceso y recoger cual es la finalidad de cada uno de ellos y con qué objetivo se generan.

### **5.6.1 INFORME DE CÁLCULO**

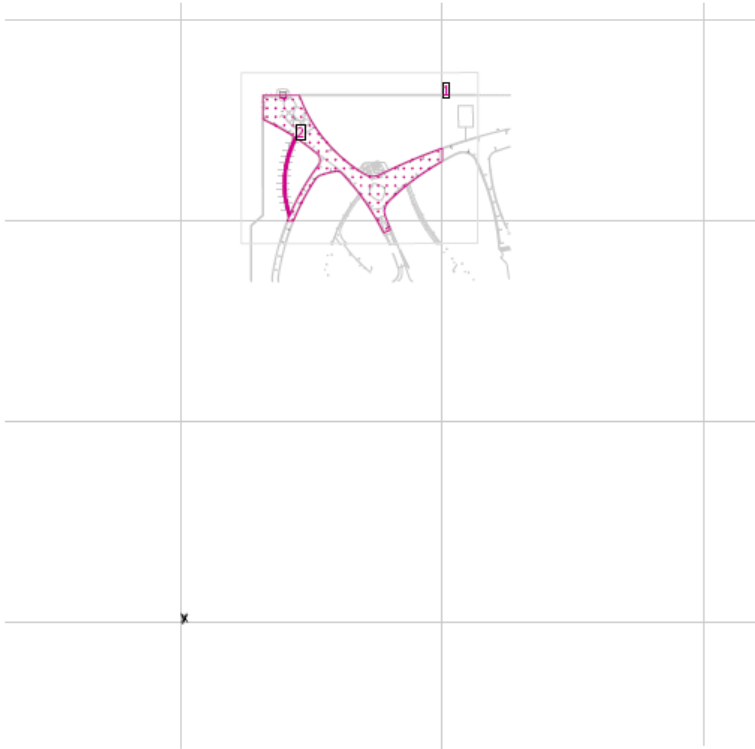
Estos informes son generados automáticamente por DIALux y constituyen el documento más importante en lo referente al diseño de la instalación de luminaria.

Es el documento que justifica ante el cliente y ante la autoridad local competente encargada de aprobar el plan de explotación de esta zona de uso público la aptitud para ello y la conformidad con la norma.

Se muestra a continuación un ejemplo de la sección A1 del parque.

Zona\_A1 / Resumen de resultados de superficies / Normal

## Zona\_A1



Factor de degradación: 0.60

## General

Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
2 Bollard Road 01	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura: 0.000 m	13.9	1.54	135	0.11	0.011
1 Superficie de cálculo 14	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura: 0.000 m	21.1	9.73	43.1	0.46	0.23

*Figura 5.10 Documento generado con DIALux como resultado del proceso de cálculo del sector A1.*

En el mismo se puede ver como se ha diferenciado en dos superficies de cálculo que son tratadas independientemente unas de otras.

Por un lado, está el camino principal que correspondería con la “Superficie de cálculo 14” del parque. Ha sido definida a una altura de 0 ya que el plano de trabajo a evaluar es el suelo. A continuación, se verifica el cumplimiento de los valores acordados: iluminancia media, iluminancia mínima y la ratio min/medio que se corresponde con el valor denominado uniformidad.

Por otro lado, tenemos la superficie de cálculo 2, nombrada en este caso como “Bollard Road 01”. Los valores de esta superficie también cumplen con las especificaciones marcadas como requisitos.

## 5.6.2 LISTAS DE LUMINARIAS

El otro documento generado por el programa se corresponde con un listado de la totalidad de las luminarias finalmente ubicadas en la zona modelada

A continuación, se muestra el ejemplo correspondiente al cálculo anterior de la zona A1.

# DIALux

Zona\_A1 / Lista de luminarias

### Zona\_A1

Número de unidades	Luminaria (Emisión de luz)		
9	BEGA - 88657K3 LED 8,2W Emisión de luz 1 Lámpara: 1xLED 8,2W Fotometría absoluta Flujo luminoso de las luminarias: 550 lm Potencia: 10.0 W Rendimiento lumínico: 55.0 lm/W  Indicaciones colorimétricas 1xLED 8,2W: CCT 3000 K, CRI 80		
46	selux Copyright SXKat V - SX 1452 04-9 Astro 2 - Flachglas Emisión de luz 1 Lámpara: 1x4500 lm, 59 W Fotometría absoluta Flujo luminoso de las luminarias: 4500 lm Potencia: 59.0 W Rendimiento lumínico: 76.3 lm/W  Indicaciones colorimétricas 1x: CCT 3000 K, CRI 100		

Flujo luminoso total de lámparas: 211950 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 211950 lm, Potencia total: 2804.0 W, Rendimiento lumínico: 75.6 lm/W

*Figura 5.11 Documento generado con DIALux como resultado del proceso de cálculo del sector A1.*

# 6 INSTALACIÓN DE POTENCIA

---

**E**n este capítulo del documento se pretende recoger la descripción y los pasos seguidos en el proceso de diseño de la red de suministro eléctrico hasta la consecución del diseño final. Esta instalación es la que dará servicio a la totalidad de cargas que lo requieran como pueden ser la red de alumbrado o los motores o máquinas necesarios para la operación y mantenimiento del complejo.

## 6.1 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La definición de esta instalación comprenderá desde la salida del transformador, una vez ya se trabaja en baja tensión, hasta los consumidores finales siempre cumpliendo con la normativa de aplicación correspondiente a esta disciplina.

Como dato de partida se tendrá un inventario de todos los equipos con sus correspondientes necesidades eléctricas y su ubicación dentro del parque, así como de los datos obtenidos en el proceso de diseño de la red de alumbrado, en el apartado anterior.

Se han considerado varias suposiciones que son esenciales para diseñar adecuadamente el sistema de instalación de baja tensión. Son las siguientes.

- Ubicación de una arqueta de conexión y derivación para cada una de las luminarias a instalar en el proyecto. Esta consideración se hace para facilitar y posibilitar la conexión de todos los puntos de iluminación y pequeña potencia.
- 30% de espacio de reserva en todas las canalizaciones de cables a diseñar.
- 15% de reserva en los paneles de más bajo nivel de alimentación a luminarias y a cargas de pequeña potencia. Esto se hace en previsión de posibles aumentos de la demanda o adicción de posibles nuevas cargas.
- En los paneles de más alto nivel como los paneles de distribución o los paneles controladores de motores solo un 10% de carga de reserva será prevista, por manejarse ya a estos niveles valores de potencia más altos.
- Los equipos eléctricos y los servicios de pequeña potencia instalados estarán adecuadamente protegidos contra el medio ambiente y las condiciones climáticas adversas.

Todos los elementos metálicos como pueden ser pasamanos y similares se unirán equipotencialmente al sistema de puesta a tierra como medida de protección contra cortocircuitos.

- El material de tubería utilizado para tuberías eléctricas de la red es uPVC. Estas tuberías de dicho polímero discurrirán embebidas en bancos de conductos de hormigón, protegiéndolas de los agentes

externos posibles, bajo los caminos que discurren por todo el parque.

Toda la energía eléctrica con la que la totalidad del parque se alimenta proviene de una red de MV del sistema municipal de distribución eléctrica. La conexión está prevista desde una estación de de media tensión (MV) de 33 kV, que será alcance de la empresa suministradora, fruto de las negociaciones entre esta parte y el cliente.

Los cables que compondrán esta acometida serán enrutados de manera subterránea hasta la entrada del edificio eléctrico ubicado en planta en el parque.

Desde este edificio y una vez hecha la transformación a baja tensión (400V) se procede con la distribución a los diferentes cuadros y subcuadros diseñados a tales efectos y finalmente hasta los puntos finales de consumo.

En caso de interrupción del suministro completo de MV, las definidas como cargas de emergencia serán transferidas automáticamente al banco de baterías diseñado y dimensionado para aguantar el suministro de estas cargas durante un tiempo mínimo de 30min. Los únicos equipos conectados a estas baterías de apoyo son, como ya se mencionó en el capítulo correspondiente, un tercio de la iluminación total del parque. Además, habría que incluir equipos críticos del parque como pueden ser equipos de monitorización y control y cámaras de vigilancia, así como los posibles equipos de evacuación de los posibles edificios que se construyan en su interior (kioscos o aseos) que garanticen la salida de las personas que hubiera en su interior.

El sistema de distribución eléctrica se encuentra en el edificio eléctrico que cuenta con las siguientes salas:

- El interruptor general de corte y el transformador de características 33 kV/400 V (MV).
- Sala principal de distribución (Low Voltage Room)
- Sala contenedora de baterías.

La mayoría de los cuadros se ubicará en la sala del edificio eléctrico destinada para ello (Sala principal de distribución) exceptuando los cuadros de control de motores y equipos, que cada uno estará en el edificio correspondiente a los equipos que esté dando servicio.

En lo que concierne a los dispositivos de corte y protección de la instalación dependiendo del amperaje de los circuitos que estén protegiendo esta protección será de una tipología u otra.

Para valores de amperaje de 1600A y superiores se utilizarán interruptores de aire (ACB), mientras que para los rangos inferiores a este se utilizarán interruptores de tipo caja moldeada (MCCB) o interruptores de pequeño tamaño (MCB) según corresponda.

Todos los interruptores estarán clasificados al 100% según IEC 60947 y serán adecuados para el nivel de cortocircuito en la barra del cuadro general de distribución.

El dimensionado de estos interruptores se han realizado a través del software Amtech, que utiliza los de la marca ABB.

Se proporcionan interruptores SPN (1P) para circuitos de una fase e interruptores TPN (3P) para cargas conectadas en los circuitos trifásicos, respondiendo a las especificaciones del BS 7671.

Los interruptores entrantes y salientes (incluidos los interruptores de repuesto) del cuadro general de distribución deben controlarse y supervisarse de forma local y remota a través del sistema de control integrado del parque.



## 6.2 NORMATIVA DE APLICACIÓN

Se enumeran a continuación los organismos de los que se han tomado los códigos y reglamentos tenidos en cuenta para el diseño y dimensionamiento de esta instalación:

- Regulaciones locales (en su versión más actualizada) emitidas por la Organización de Estandarización de Arabia Saudí (SASO), Compañía eléctrica Saudí (SEC), Compañía de telecomunicaciones Saudí. También el ministerio de Vivienda y Construcciones, el ministerio de Transporte y la autoridad civil de Aviación.
- National Fire Protection Association (NFPA).
- Institute of Electrical Engineers (IEE).
- International Electro-technical Commission (IEC).
- International Organization for Standardization (ISO).
- Chartered Institute of Building Service Engineers (CIBSE).
- British Standard for Earthing (BS 7430).
- British Standard for Protection Against Lightning (BS EN 62305).
- International Telecommunication Union (ITU).

## 6.3 SOFTWARE EMPLEADO

El software utilizado para esta parte concreta del diseño ha sido Amtech ProDesign de la marca comercial Trimble. Es un software parecido al resto de programas de su categoría y funcionalidad y quizás más conocidos como puede ser dmELECT o CYPELECT.



*Figura 6.1 Icono corporativo del del software AMTECH DESING perteneciente a la marca Trimble*

Este potente software de origen británico permite una gran versatilidad debido a las amplias funcionalidades que ofrece, permitiendo desde el diseño de instalaciones triviales como las de una casa a las de una estación de metro o incluso un aeropuerto.

Su entrono es muy intuitivo para alguien iniciado en la materia de esquemas unifilares ya que utiliza la simbología estándar de los elementos implicados en este tipo de instalaciones.

Dentro de sus modos de cálculo existe una opción de dimensionado automático de los cables que componen la instalación y otro que por el contrario trabaja con las secciones de los cables fijados por el ingeniero y únicamente calcula los valores que se dan en el mismo para la comprobación de su aptitud o por el contrario la necesidad del cambio de su sección. Para ello obtiene valores como la caída de tensión en funcionamiento

normal o las corrientes de cortocircuito en modo de fallo de la instalación o de los dispositivos terminales.

De igual manera ofrece la posibilidad de definición de la fuente de suministro siendo posible desde una conexión directa a la red de baja tensión, el uso de un trafo conectado a una red de media tensión o incluso la generación de electricidad por parte de un grupo electrógeno.

De igual manera que ocurre con el software Dialux posee un gran conglomerado de empresas que colaboran con la entidad desarrolladora de este programa y que dan los plugin necesarios para la incorporación de sus materiales, como pueden ser los diferentes tipos de cableados o los dispositivos de protección empleados en las instalaciones eléctricas. Fabricantes de tan notoria importancia en el sector como ABB, EATON, Siemens o Schneider Electric proporcionan al cliente final la opción de incorporar su gama de productos con las características reales que permitan una simulación y cálculo con el mismo comportamiento que cabe obtener en la instalación una vez ejecutada.

También es reseñable la calidad de los entregables que se obtienen una vez realizado los cálculos en este programa, ya que es fácilmente exportable a otros formatos como pdf y CAD, tanto los informes detallados de cada uno de los cables de la instalación con todas y cada una de sus especificaciones técnicas (algunas de las cuales deben ser definidas en el proceso de modelado y definición de los elementos) como los planos unifilares resultantes.

## **6.4 ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN**

Se procede a la enumeración y descripción de cada uno de los elementos integrantes de esta instalación. Su dimensionamiento y el de los elementos que los componen ocuparán los siguientes apartados de esta memoria.

### **6.4.1 CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN**

Este cuadro eléctrico es el principal de la instalación. A él le llegará directamente la alimentación desde el trafo y desde el de distribuirá la totalidad de la carga necesitada por los consumidores finales.

Estará ubicado en el edificio eléctrico y estará convenientemente protegido ante derivaciones o fallos mediante los medios que la normativa de aplicación disponga a tal efecto.

De él colgarán tanto los cuadros como los equipos que se describirán a continuación.

### **6.4.2 CUADROS DE CONTROL DE EQUIPOS Y MOTORES**

Los centros de control del motor (MCC) son desde los que se suministra energía a las cargas de motores mecánicos.

Estos deberán ser de tipo totalmente cerrado y albergarán la totalidad de los interruptores MCCB que protegen los equipos conectados aguas abajo. También pueden contener los arrancadores según sea necesario o no, dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos y dispositivos de control y monitoreo.

Se dispondrá para cada circuito interruptores de fuga de tierra (ELCB) que protegerán la instalación en caso de que se produzca cualquier derivación a lo largo de todo el circuito final como pudieran ser fallos en la carcasa, aislamiento insuficiente o mal uso de los equipos.

### **6.4.3 CUADROS DE ALUMBRADO Y DE CARGAS DE POCA POTENCIA**

Los cuadros de distribución de iluminación (Lighting distribution panel) y los cuadros de distribución de cargas de pequeña potencia agruparán y darán servicio a los diferentes circuitos de iluminación y de potencia



respectivamente que se hayan dispuesto para cubrir la totalidad de la superficie.

Albergarán la totalidad de los interruptores MCB que sean necesarios en función del número de conexiones y deberán poder estar controlados y monitorizados como en el resto de los casos por el Sistema de control integrado del parque.

Los elementos terminales de consumo de potencia son diferentes tomas de corrientes y enchufes dispuesto en disposiciones estratégicas del parque basándose en posibles necesidades de estas dependiendo la zona en la que se ubiquen, ya bien sean para tareas de mantenimiento excepcionales o para tareas rutinarias de las enmarcadas en las operaciones del parque.

#### **6.4.4 SISTEMA CENTRAL DE BATERIAS (CBS)**

Se va a disponer y proyectar un sistema central de baterías (CBS) que no es más que un banco de almacenamiento de energía eléctrica mediante el uso de baterías ion-litio.

Estas cubrirán las necesidades planteadas como requisitos de mantener operativos los sistemas denominados de emergencia en caso de un fallo en la red de suministro continuo. El caso concreto de uno de estos sistemas es el ya mencionado tercio de luminarias de la totalidad de ellas dispuestas con tal finalidad.

Este sistema estará ubicado también dentro del edificio eléctrico, concretamente dentro de la sala contenedora de baterías.

#### **6.4.5 CABLEADOS**

Los cables para alimentación de baja tensión deberán ser según las especificaciones del contrato.

Los cables de sección mínima considerados son 2,5 mm<sup>2</sup>.

Todos los cables de alimentación de distribución y sub-distribución desde los cuadros generales hasta los sub-cuadros tanto de iluminación y potencia, como los de control de equipos y motores, además de los propios circuitos finales de estos últimos serán: clasificados con 600/1000 V, XLPE o conductor de cobre aislado de PVC, retardante de llama, multinúcleo con una temperatura mínima nominal de 85 grados C.

El tipo de cable Multicore core PVC aislado, ignífugo, blindado, con cables de cobre clasificados 450/750 V y con una temperatura mínima de 85 grados C es el que será utilizado para el cableado de los subcircuitos finales de iluminación y pequeña potencia.

Todos los materiales e instalaciones de cableado se ajustarán a los requisitos de NFPA 70 y NFPA 130

Los cables de cableado para situaciones de emergencia serán cables de grado sin halógenos sin humo sin humo sin fuego (LS0H) 600/1000 V que cumplan con la norma IEC 60228, aislamiento resistente al fuego según el BS 7655.

Los cálculos para todos los cables LV se han realizado en AMTECH para 90 grados C basados en lo dispuesto por la referencia BS 7671 en función de la demanda máxima.

#### **6.4.6 CANALIZACIONES**

Todos los cables salientes del edificio eléctrico se conducirán mediante tiradas de conductos de cable subterráneos. Estos conductos subterráneos (en material de uPVC) serán recubiertos y conglomerado mediante el uso de hormigón.

Estas agrupaciones de conductos se dispondrán a ambos lados de los caminos, en trayectorias idénticas a las seguidas por la hilera de luminarias con el objetivo de facilitar el mantenimiento y la interferencia con otras instalaciones MEP que discurren por el medio de los caminos, como por ejemplo el riego.

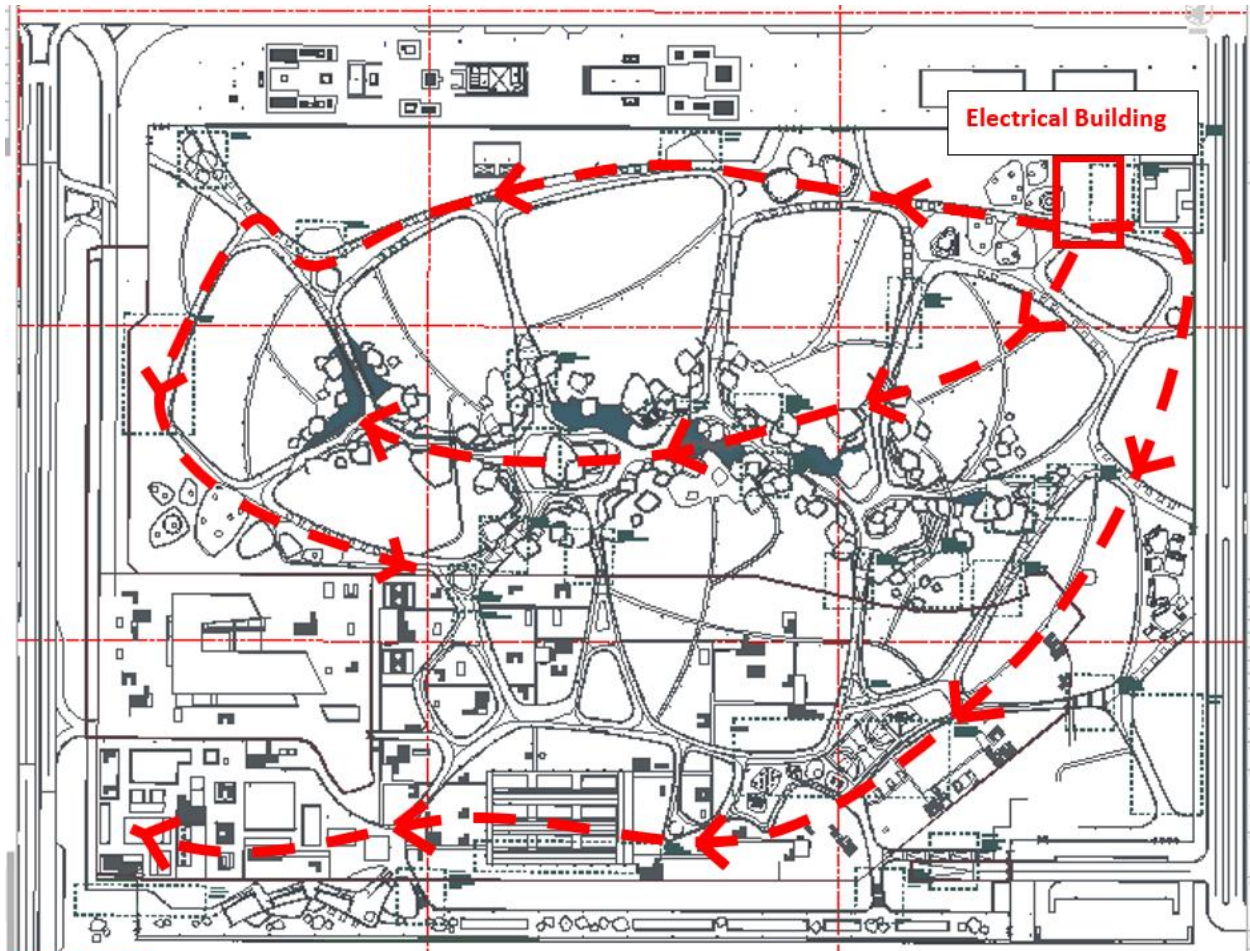
Se han contemplado la instalación de arquetas de registro y conexión para facilitar el acceso en cada luminaria y en las direcciones de cambio o conducto transversal.

Las tuberías se han sido calculadas con el área total del conductor de fase y el cable CPC. Las dimensiones de estos conductos dependerán directamente del número de cables que contengan y de su dimensión.

A continuación, se exponen algunas características comunes a todos los tipos de bancos de conductos:

- Todas las tuberías estarán incrustadas en hormigón. El hormigón se extenderá 100 mm horizontalmente y 75 mm verticalmente desde la tubería más externa en cada extremo.
- Una capa de 100 mm de hormigón de relleno se instalará debajo del banco de conductos de hormigón.
- Se instalará una cinta de advertencia 200-300 mm por encima del nivel superior del banco de conductos de hormigón con el fin de aconsejar la presencia de cables en carga por debajo de él.
- El resto del relleno utilizará el material de la excavación que se compactará.
- La superficie final dependerá de la ubicación donde esté instalado el banco de conductos, por ejemplo, la superficie final puede ser la carretera, el cruce ferroviario, el suelo, etc.

En la primera fase del planteamiento y trazado de los diferentes conductos y que servirá desde ahora como base de partida para la obtención de la red final se han tirado los tres ramales principales a partir de los cuales se irán ramificando según necesidades el resto de los conductos secundarios. Se muestra a continuación en una figura la idea aquí expuesta:



*Figura 6.2 Trazado de los 3 principales ramales de conductos para la distribución eléctrica.*

## 6.5 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

Se recogen a continuación los diferentes pasos que se han realizado para el dimensionamiento y diseño de la red de distribución de potencia que suministrará la energía suficiente para el correcto funcionamiento de las instalaciones del parque y de sus equipos asociados.

Para ello se dispondrá de los datos de partida, parte de los cuales han sido generados en los epígrafes anteriores de este documento como pueden ser los equipos mecánicos de bombeo para el sistema de riego o la totalidad del sistema de alumbrado ya desarrollado.

Una parte importante también a tener en cuenta es la ubicación de las distintas cargas finales y su distancia desde su cuadro de alimentación ya que la longitud de los cables va a influir notoriamente en la sección final del mismo ya que el efecto de pérdida de carga está íntimamente relacionado con este.

### 6.5.1 COMPOSICIÓN EN CIRCUITOS Y ESTRUCTURACIÓN DE CUADROS

El primero de los pasos una vez ya ha sido decidido la estructuración y jerarquización de la instalación eléctrica consiste en el reparto de todas las cargas que tienen que ser alimentadas en los diferentes cuadros según su categoría.

Las representaciones de los diferentes cuadros que se mostrarán a continuación están elaboradas en el programa de hojas de cálculo Excel. En él se ha intentado introducir el mayor grado posible de automatización

mediante la formulación y programación de sus celdas.

Con esto se pretende optimizar la repetitiva tarea que supone el mantener estas tablas actualizadas, ya que las múltiples iteraciones necesarias en el cálculo eléctrico, así como las posibles modificaciones de las cargas debidas a los diferentes puntos de avance del resto de disciplina. La viveza de este documento durante el desarrollo del proyecto es bastante alta y de esta manera estará actualizado siempre con los últimos inputs disponibles.

Se muestra a continuación una primera tabla que representa la estructura que se ha elegido para el cuadro general de alimentación.

En ella pueden verse los diferentes cuadros de control de motores, los de alumbrado y los de cargas de poca potencia. Además, también se encuentra la CBS o sistema central de baterías del que colgará la iluminación de emergencia, así como otros equipos directamente conectados a él como la climatización de las salas técnicas.

Como puede observarse una vez se han introducido los datos de entrada como los valores de las cargas y su tipología (monofásicas o trifásicas) y también elegido la nomenclatura de los elementos el primer paso está completado.

PANEL NAME		MDB-01		TITLE:		MAIN DISTRIBUTION BOARD SCHEDULE		INCOMER CABLE DETAILS									
FED FROM		ATR-01		CABLE REF NO.		ATR		CABLE TYPE		FR./LSOH Cu.							
LOCATION		LVMDB		CABLE SIZE (mm <sup>2</sup> )				CPC SIZE (mm <sup>2</sup> )									
MOUNTING TYPE /IP RATING		FLOOR IP42		BUSBAR SC RATING (kA):		25kA											
VOLTAGE / PHASE		400 V 3 - Phase															
RATING OF INCOMER	OUTGOING BREAKER			FEEDER REF No.	PANEL / DB REF NAME	CABLE TYPE	CABLE SIZE (mm <sup>2</sup> )	CPC SIZE (mm <sup>2</sup> )	CONNECTED LOAD (kW)	CONNECTED LOAD PER PHASE (kW)			DF	MAXIMUM DEMAND LOAD (kW)	MAXIMUM DEMAND LOAD PER PHASE (kW)		
	No. OF POLES	AT RATING (A)	TYPE							L1	L2	L3			L1	L2	L3
	3P		MCCB	A1	MCC-01	FR./LSOH Cu.			647,00	215,67	215,67	215,67	0,52	339,00	113,00	113,00	113,00
	3P		MCCB	A2	PDP-01	FR./LSOH Cu.			679,80	227,46	226,31	226,02	0,00	611,82	204,72	203,68	203,42
	3P		MCCB	A3	LDP-01	FR./LSOH Cu.			45,73	17,47	13,86	14,40	0,00	40,49	15,72	11,80	12,96
	3P		MCCB	A4	LDP-02	FR./LSOH Cu.			44,18	15,31	13,85	15,03	0,89	39,20	13,78	11,89	13,53
	3P		MCCB	A5	PFC-01	XLPE/LSOH Cu.											
	3P		MCCB		SPARE												
	3P		MCCB		SPARE												
	3P		MCCB	B1	MCC-E	FR./LSOH Cu.			444,00	148,00	148,00	148,00	0,50	222,00	74,00	74,00	74,00
	3P		MCCB	B2	CBS-01	FR./LSOH Cu.			25,92	10,40	8,05	7,48	1,00	25,92	10,40	8,05	7,48
	3P		MCCB	B3	IDU LV	FR./LSOH Cu.			0,35	0,12	0,12	0,12	1,00	0,35	0,12	0,12	0,12
	3P		MCCB	B4	IDU MV	FR./LSOH Cu.			0,19	0,06	0,06	0,06	1,00	0,19	0,06	0,06	0,06
	3P		MCCB	B5	ERV LV	FR./LSOH Cu.			0,48	0,16	0,16	0,16	1,00	0,48	0,16	0,16	0,16
	3P		MCCB	B6	ERV MV	FR./LSOH Cu.			0,25	0,08	0,08	0,08	1,00	0,25	0,08	0,08	0,08
	3P		MCCB	B7	ODU	FR./LSOH Cu.			9,72	3,24	3,24	3,24	1,00	9,72	3,24	3,24	3,24
	3P		MCCB	B8	PDP-E	FR./LSOH Cu.			9,72	9,58	9,58	9,58	1,00	9,72	9,58	9,58	9,58
	3P		MCCB	HF	HARMONIC FILTER												
	3P		MCCB		SPARE												
	3P		MCCB		SPARE												
TOTAL LOAD PER PHASE (kW)									1907,34	647,54	638,99	639,84		1299,13	444,85	435,68	437,63
TOTAL LOAD (kW)									1926,37			1318,16					
SPARE LOAD (kW)									141,67			128,81					
TOTAL ELECTRICAL NORMAL LOAD (kW)									2068,05			1446,98					
TOTAL ELECTRICAL NORMAL AFETER DIVERSITY FACTOR OF 0,8(KW)									1654,44			1157,58					
TOTAL ELECTRICAL EMERGENCY LOAD PER PHSE(KW)									171,64	169,30	168,72		268,63	97,64	95,30	94,72	
TOTAL ELECTRICAL EMERGENCY LOAD (kW)									509,66			287,66					
SPARE LOAD (kW)									47,96			25,76					
TOTAL ELECTRICAL EMERGENCY LOAD (kW)									557,62			313,42					

Figura 6.3 Tabla del cuadro general de alimentación del parque generado en el primer paso del diseño.

Los recuadros marcados en amarillo son por lo tanto los datos que necesitan ser calculados en los siguientes pasos y que se corresponden con los valores de las secciones de los cables y del calibre de los elementos protectores de la instalación.

Con el resto de los cuadros se procede exactamente de la misma manera, recogiendo a continuación dos ejemplos de estos el primero de ellos correspondiente a un cuadro de control de equipos mecánicos y el segundo de ellos a uno de los cuadros de alimentación de alumbrado.

Por último, también se muestra el cuadro que representa las baterías de apoyo en caso de emergencia y como ya se había mencionado, solo el cuadro correspondiente al tercio de luminarias de emergencia cuelga del mismo.

MOTOR CONTROL CENTER LOAD SCHEDULE										INCOMER CABLE DETAILS											
TITLE: MOTOR CONTROL CENTER LOAD SCHEDULE										CABLE REF NO. A1											
MOUNTING TYPE / IP RATING: FLOOR IP 55										CABLE TYPE FR./LSOH Cu.											
VOLTAGE / PHASE: 400 V 3-Phase										CABLE SIZE (mm <sup>2</sup> )											
SPECIAL REQUIREMENTS (IF ANY):										CPC SIZE (mm <sup>2</sup> )											
BUSBAR SC RATING (kA): 20kA																					
RATING OF INCOMER	OUTGOING BREAKER				FEEDER REF No.	PANEL/DB REF NAME	STARTER TYPE	CABLE TYPE	CABLE SIZE (mm <sup>2</sup> )	CPC SIZE (mm <sup>2</sup> )	CONNECTED LOAD (KW)	CONNECTED LOAD PER PHASE (KW)			DF	MAXIMUM DEMAND LOAD (KW)	MAXIMUM DEMAND LOAD PER PHASE (KW)			SPARE LOAD (%)	REMARKS
	No. OF POLES	AT RATING (kA)	RATING OF ELCB	TYPE								L1	L2	L3			L1	L2	L3		
3P			MCCB	A1.1	DWP-IT01-01	SOFT START	FR./LSOH Cu.			65,00	21,67	21,67	21,67	1,00	65,00	21,67	21,67	21,67		DUTY	
3P			MCCB	A1.2	DWP-IT01-02	SOFT START	FR./LSOH Cu.			65,00	21,67	21,67	21,67	1,00	65,00	21,67	21,67	21,67		DUTY	
3P			MCCB	A1.3	DWP-IT01-03	SOFT START	FR./LSOH Cu.			65,00	21,67	21,67	21,67	1,00	65,00	21,67	21,67	21,67		STANDBY	
3P			MCCB	A1.4	DWP-IT01-04	SOFT START	FR./LSOH Cu.			65,00	21,67	21,67	21,67	1,00	65,00	21,67	21,67	21,67		STANDBY	
3P			MCCB	A1.5	FPF-IT01-01	DOL	FR./LSOH Cu.			3,50	1,17	1,17	1,17	1,00	3,50	1,17	1,17	1,17		DUTY	
3P			MCCB	A1.6	FPF-IT01-02	DOL	FR./LSOH Cu.			3,50	1,17	1,17	1,17	1,00	3,50	1,17	1,17	1,17		DUTY	
3P			MCCB	A1.7	FPF-IT01-03	DOL	FR./LSOH Cu.			3,50	1,17	1,17	1,17	1,00	3,50	1,17	1,17	1,17		DUTY	
3P			MCCB	A1.10	DWP-IT01-01	START DELTA	FR./LSOH Cu.			24,00	8,00	8,00	8,00	1,00	24,00	8,00	8,00	8,00		DUTY	
3P			MCCB	A1.11	DWP-IT01-02	START DELTA	FR./LSOH Cu.			24,00	8,00	8,00	8,00	1,00	24,00	8,00	8,00	8,00		STANDBY	
3P			MCCB	A1.12	RDP-IT01-01	DOL	FR./LSOH Cu.			5,00	1,67	1,67	1,67	1,00	5,00	1,67	1,67	1,67		DUTY	
3P			MCCB	A1.13	RDP-IT01-02	DOL	FR./LSOH Cu.			5,00	1,67	1,67	1,67	1,00	5,00	1,67	1,67	1,67		DUTY	
3P			MCCB	A1.14	DWP-IT01-01	SOFT START	FR./LSOH Cu.			65,00	21,67	21,67	21,67	1,00	65,00	21,67	21,67	21,67		STANDBY	
3P			MCCB	A1.15	DWP-IT01-02	SOFT START	FR./LSOH Cu.			65,00	21,67	21,67	21,67	1,00	65,00	21,67	21,67	21,67		DUTY	
3P			MCCB	A1.16	DWP-IT01-03	SOFT START	FR./LSOH Cu.			65,00	21,67	21,67	21,67	1,00	65,00	21,67	21,67	21,67		STANDBY	
3P			MCCB	A1.17	DWP-IT01-04	SOFT START	FR./LSOH Cu.			65,00	21,67	21,67	21,67	1,00	65,00	21,67	21,67	21,67		DUTY	
3P			MCCB	A1.18	FPF-IT01-01	DOL	FR./LSOH Cu.			3,50	1,17	1,17	1,17	1,00	3,50	1,17	1,17	1,17		DUTY	
3P			MCCB	A1.19	FPF-IT01-02	DOL	FR./LSOH Cu.			3,50	1,17	1,17	1,17	1,00	3,50	1,17	1,17	1,17		DUTY	
3P			MCCB	A1.20	FPF-IT01-03	DOL	FR./LSOH Cu.			3,50	1,17	1,17	1,17	1,00	3,50	1,17	1,17	1,17		DUTY	
3P			MCCB	A1.24	RDP-IT01-01	DOL	FR./LSOH Cu.			5,00	1,67	1,67	1,67	1,00	5,00	1,67	1,67	1,67		STANDBY	
3P			MCCB	A1.25	RDP-IT01-02	DOL	FR./LSOH Cu.			5,00	1,67	1,67	1,67	1,00	5,00	1,67	1,67	1,67		DUTY	
3P			MCCB	A1.27	RRP-IT01-01	DOL	FR./LSOH Cu.			4,00	1,33	1,33	1,33	1,00	4,00	1,33	1,33	1,33		DUTY	
3P			MCCB	A1.28	RRP-IT01-02	DOL	FR./LSOH Cu.			4,00	1,33	1,33	1,33	1,00	4,00	1,33	1,33	1,33		STANDBY	
3P			MCCB	A1.29	RWP-IT01-01	START DELTA	FR./LSOH Cu.			15,00	5,00	5,00	5,00	1,00	15,00	5,00	5,00	5,00		STANDBY	
3P			MCCB	A1.30	RWP-IT01-02	START DELTA	FR./LSOH Cu.			15,00	5,00	5,00	5,00	1,00	15,00	5,00	5,00	5,00		DUTY	
					SPARE																
					SPARE																
TOTAL LOAD PER PHASE (KW)										215,67	215,67	215,67			113,00	113,00	113,00				
TOTAL LOAD (KW)													0,52					339,00			
SPARE LOAD (KW)																					
TOTAL LOAD PER PHASE (KW) INCLUDING SPARE LOAD										215,67	215,67	215,67			113,00	113,00	113,00				
TOTAL NORMAL LOAD (KW)													0,52					339			

Figura 6.4 Tabla de cuadro eléctrico de alimentación de motores.

LIGHTING DISTRIBUTION PANEL										BUSBAR SC RATING: 10 kA													
TITLE: LIGHTING DISTRIBUTION PANEL										CABLE REF NO. A3													
MOUNTING TYPE / IP RATING: WALL IP 42										CABLE TYPE FR./LSOH Cu.													
VOLTAGE / PHASE: 400 V 3-Phase										CABLE SIZE (mm <sup>2</sup> )													
SPECIAL REQUIREMENTS (IF ANY):										CPC SIZE (mm <sup>2</sup> )													
RATING OF INCOMER	RATING OF ELCB	CKT REF	No. OF POLES	MCB RATING (A)	TYPE OF MCB	CCT CABLE SIZE (mm <sup>2</sup> )	ECC CABLE SIZE (mm <sup>2</sup> )	FEEDER REF No.	AREA DESCRIPTION	CONNECTED LOADS					UNIT	CONNECTED LOAD PER PHASE (W)	DF	MAXIMUM DEMAND PER PHASE (W)					
										Type	F1	F2	F3	F4				F5	L1	L2	L3	L1	L2
		111	1	C				A3.1	Area A1,ballast c25	Lamp Wattage	59	246	10	42,5	13,3		8	640		0,9	576		
		112	1	C				A3.2	Area A3	Gear Loss Factor	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2		4	4		0,9	1063		
		113	1	C				A3.3	Area A2, ballast c17.c18.c19	Total Load	71	295	12	51	16	144	1	1181		0,9	962		
		211	1	C				A3.4	Area A2, Ballast c9.c10.c11.c12							4	13	1213		0,9	1092		
		212	1	C				A3.5	Area A3							5	5	1476		0,9	1328		
		213	1	C				A3.6	Area A3							7	9	1086		0,9	977		
		311	1	C				A3.7	Area A3, Ballast C1.C2.c3.c4							8	3	15	2028		0,9	1825	
		312	1	C				A3.8	Area A1 B1							8	3	20	240		0,9	216	
		313	1	C				A3.9	Area B1, ballast c27.c28.c29.c30							6	4	10	1001		0,9	901	
		411	1	C					SPARE														
		412	1	C				A3.11	Area B2,C2							6	6	425		0,9	382		
		413	1	C				A3.12	Area B3							4	3	7	1169		0,9	1052	
		511	1	C				A3.13	AreaB3, ballast c73.c74.c75.c76							8	4	12	1142		0,9	1028	
		512	1	C				A3.14	Area B3							8	29	348		0,9	313		
		513	1	C				A3.15	Area C3ballast c89							10	1	11	852		0,9	767	
		611	1	C				A3.16	Area C2, C3, Ballast c59.c60.c61.c90.c91.c92							7	14	1504		0,9	1353		
		612	1	C				A3.17	Area C3							3	3	6	1098		0,9	968	
		613	1	C				A3.18	Area C2, ballast c70.c71.c72							4	9	3	823		0,9	741	
		711	1	C				A3.19	Area C2, Ballast c66.c67							6	2	10	1303		0,9	1173	
		712	1	C				A3.20	Area C1							6	3	3	886		0,9	797	
		713	1	C				A3.21	Area C2, B2, Ballast c42.c41.c43.c44							6	4	10	1001		0,9	901	
		811	1	C				A3.22	Area C1							6	425	6	425		0,9	382	
		812	1	C				A3.23	Area C1							3	3	886		0,9	797		
		813	1	C				A3.24	Area C1							3	3	886		0,9	797		
		911	1	C				A3.25	Area C1							3	3	886		0,9	797		
		912	1	C				A3.26	Area C2							3	6	888		0,9	799		
		913	1	C				A3.27	Area C1							1	29	30	419		0,9	377	
		1011	1	C				A3.28	Area C2, ballast c40.c95.c51							21	3	24	684		0,9	616	
		1012	1	C				A3.29	Area C2,ballastc68.c69.c45.c115							16	4	22	792		0,9	713	
		1013	1	C				A3.30	Area B2, C2							24	24	24	288		0,9	259	
		1111	1	C				A3.31	Area C2, ballast c52.c53.c54.c55.c56.c57.c58							6	7	13	1433		0,9	1290	
		1112	1	C				A3.32	Area A1							6	6	425		0,9	382		
		1113	1	C				A3.33	Area C1							3	3	886		0,9	797		
		1211	1	C				A3.34	Area C1							3	3	886		0,9	797		
		1212	1																				

CBS NAME	CBS-01	TITLE: EMERGENCY CENTRAL BATTERY SYSTEM SIZING			BUSBAR SC RATING (kA)	25kA
FED FROM	MDB-01				CABLE REF. NO.	B2
LOCATION	LVMDB				CABLE TYPE	FR./LSOH Cu.
MOUNTING TYPE/ IP RATING	IP 21				CABLE SIZE (mm <sup>2</sup> )	
VOLTAGE/ PHASE	400 V 3 - Phase	SELECTED CBS RATING (kVA)	64 kVA	SPECIAL REQUIREMENTS (IF ANY)	CPC SIZE (mm <sup>2</sup> )	
CBS No.	LDP Ref.	CONNECTED LOAD (kW)		DF	MAXIMUM DEMAND (kW)	
CBS-01	LDP-E	25,92		1	25,92	
					TOTAL DEMAND LOAD (kW)	25,92
					15% FUTURE LOAD AT LDP-SP-E	7,35
					TOTAL DEMAND (INCLUDING SPARE LOADS) IN kW	33,27
					TOTAL DEMAND LOAD IN kVA	39,1
					SELECTED CBS RATING(IN kVA)	64,0

Figura 6.6 Tabla del sistema central de baterías.

### 6.5.2 INTRODUCCIÓN Y CÁLCULO EN EL SOFTWARE

Una vez se ha concluido con el paso anterior y ya están completamente definidos los cuadros eléctricos se pasa a trabajar con el software Amtech Design.

En este software realizamos el proceso de introducción carga a carga, definiéndolas todas acorde a su categoría y asignándole el valor correspondiente de demanda eléctrica además del resto de valores solicitados por el programa para el cálculo. Este proceso, que puede resultar ciertamente repetitivo con el de configuración de las tablas, puede ser una oportunidad de doble chequeo de que todo lo considerado tiene unos valores coherentes.

Bajo estas líneas se muestra un ejemplo de la interfaz del programa. Sirvan los casos concretos de definición de un circuito de una de las bombas de recirculación de agua y de un circuito de alumbrado exterior como ejemplo del proceso que se pretende sintetizar en este apartado.

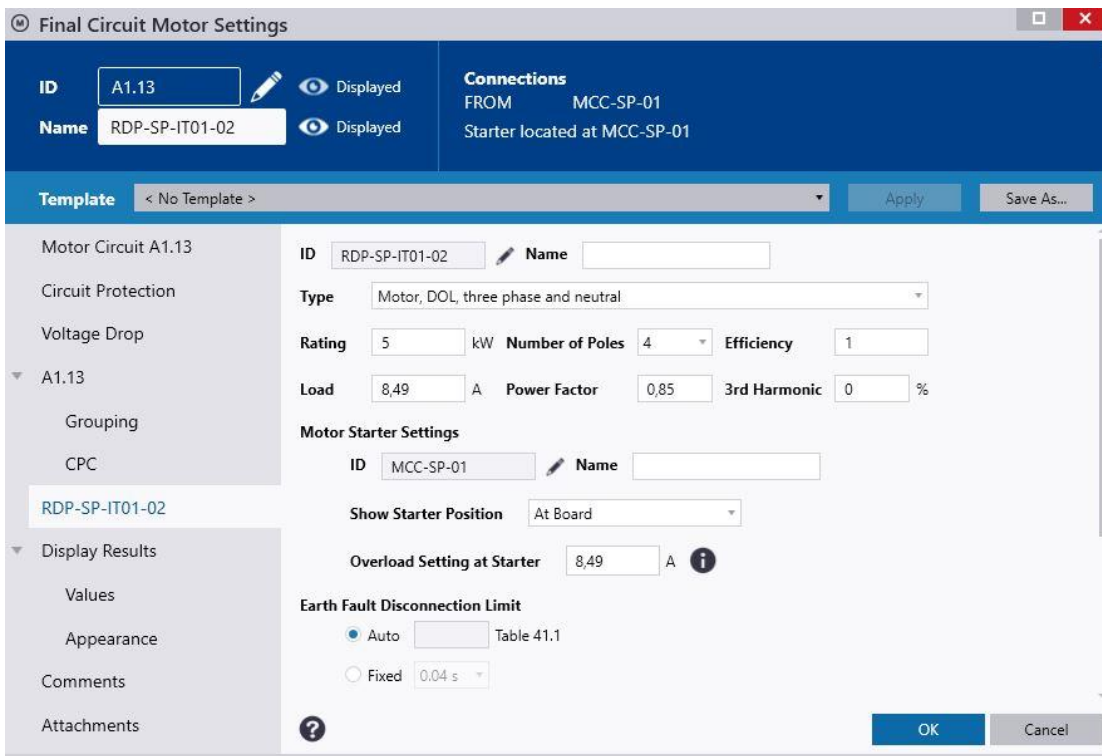
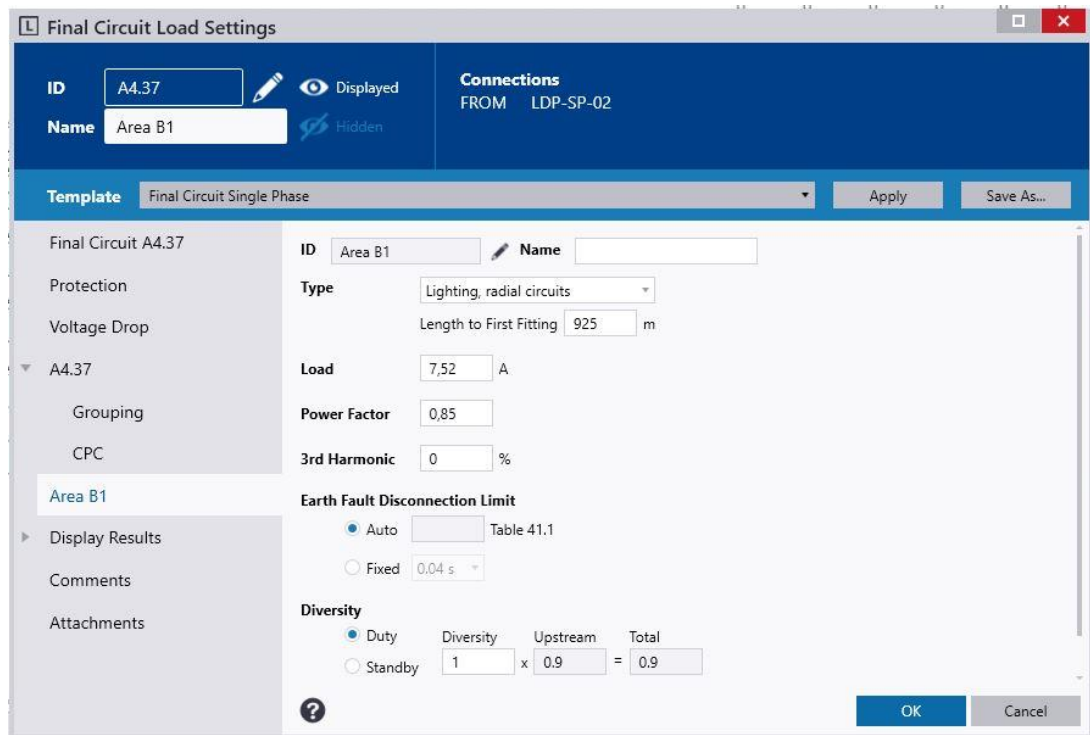


Figura 6.7 Definición en software Amtech Design de carga correspondiente a bomba hidráulica.

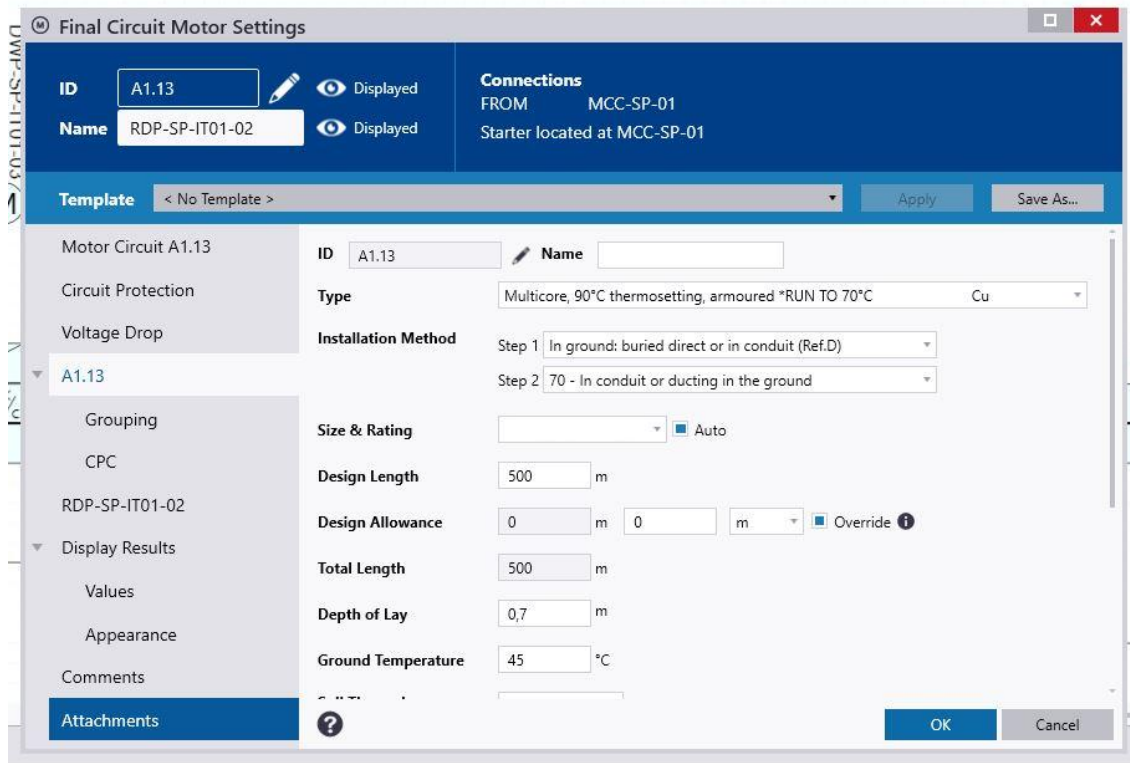




*Figura 6.8 Definición en software Amtech Design de un circuito de alimentación de alumbrado.*

Junto con la definición de la propia carga también se realiza la definición del cable de conexión de esta. Exceptuando la sección del conductor, que vendrán calculados automáticamente una vez se ejecute la comprobación todos los parámetros de este quedan definidos, entre otros el tipo de aislamiento y el material del conductor, la distancia entre sus extremos, su método de instalación y la temperatura ambiental a la que va a estar sometida.

Todo esto puede visualizarse en la siguiente figura correspondiente al cable del mismo equipo que el ejemplo anterior.



*Figura 6.9 Definición en software Amtech Design del cable de alimentación de una bomba hidráulica.*

El último de los aspectos a abordar es la definición de la tipología de los elementos de protección de cada uno de los circuitos. Dentro de la gama de fabricantes y productos que lleva integrado este programa la elección de la marca comercial ABB en este caso ha venido condicionada por la facilidad de adquisición de dispositivos de este fabricante en el país de instalación.

Al contrario que pasa con la sección del cable que es calculada en modo automático, aquí si es necesaria la elección de un calibre de interruptor. Su correcta elección o no será luego advertida tras la ejecución de los cálculos, procediendo a ajustarlo al valor más adecuado para su correcto funcionamiento.



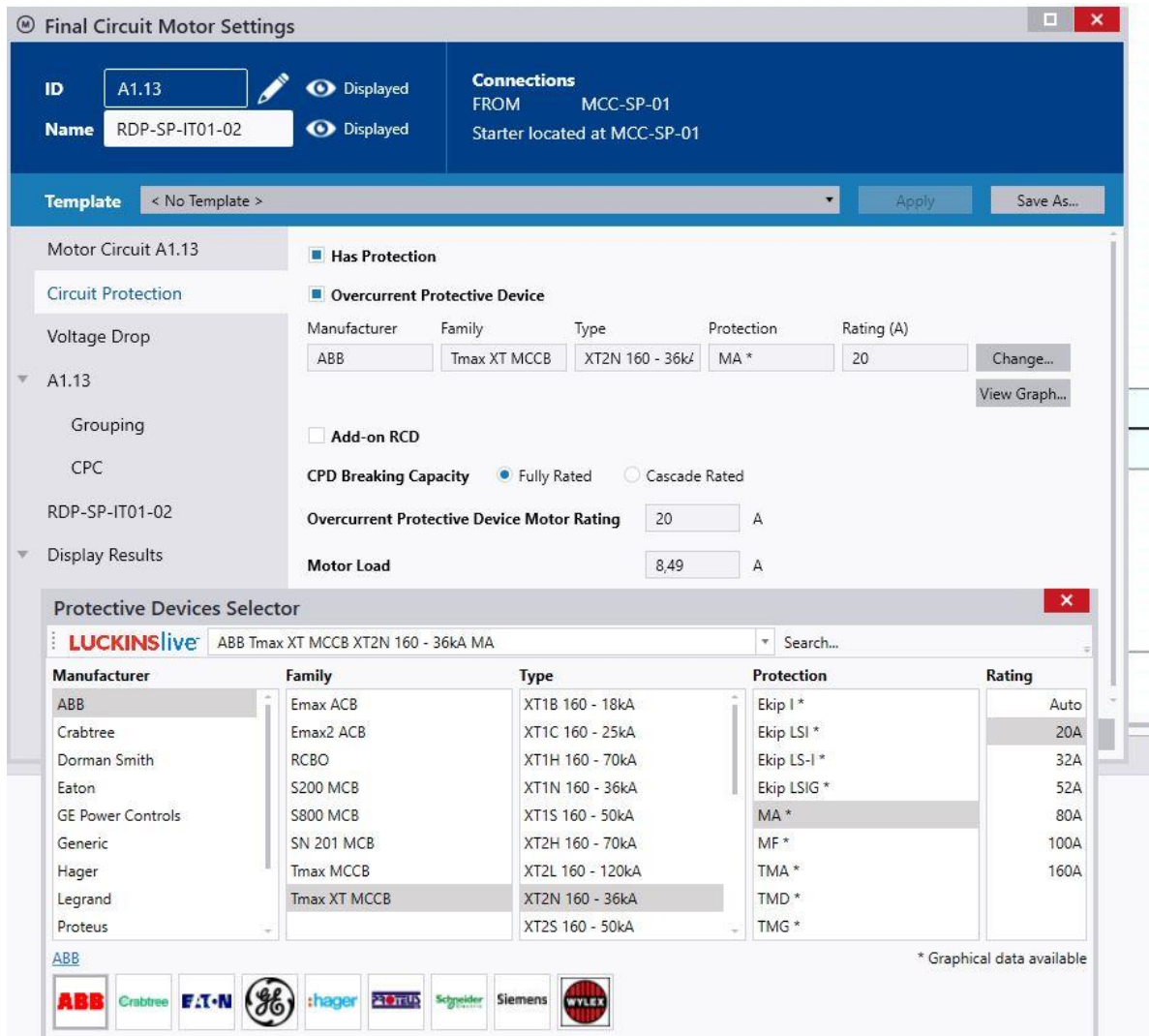


Figura 6.10 Definición en Amtech Design del dispositivo de protección para una bomba hidráulica.

Tras realizar este proceso para todas y cada una de las cargas se pasa a un entorno gráfico, más cómodo para el trabajo, en el que vamos a interconectar todas ellas a los cuadros de alimentación.

Se va construyendo así lo que compondrá el esquema unifilar de la instalación completa.

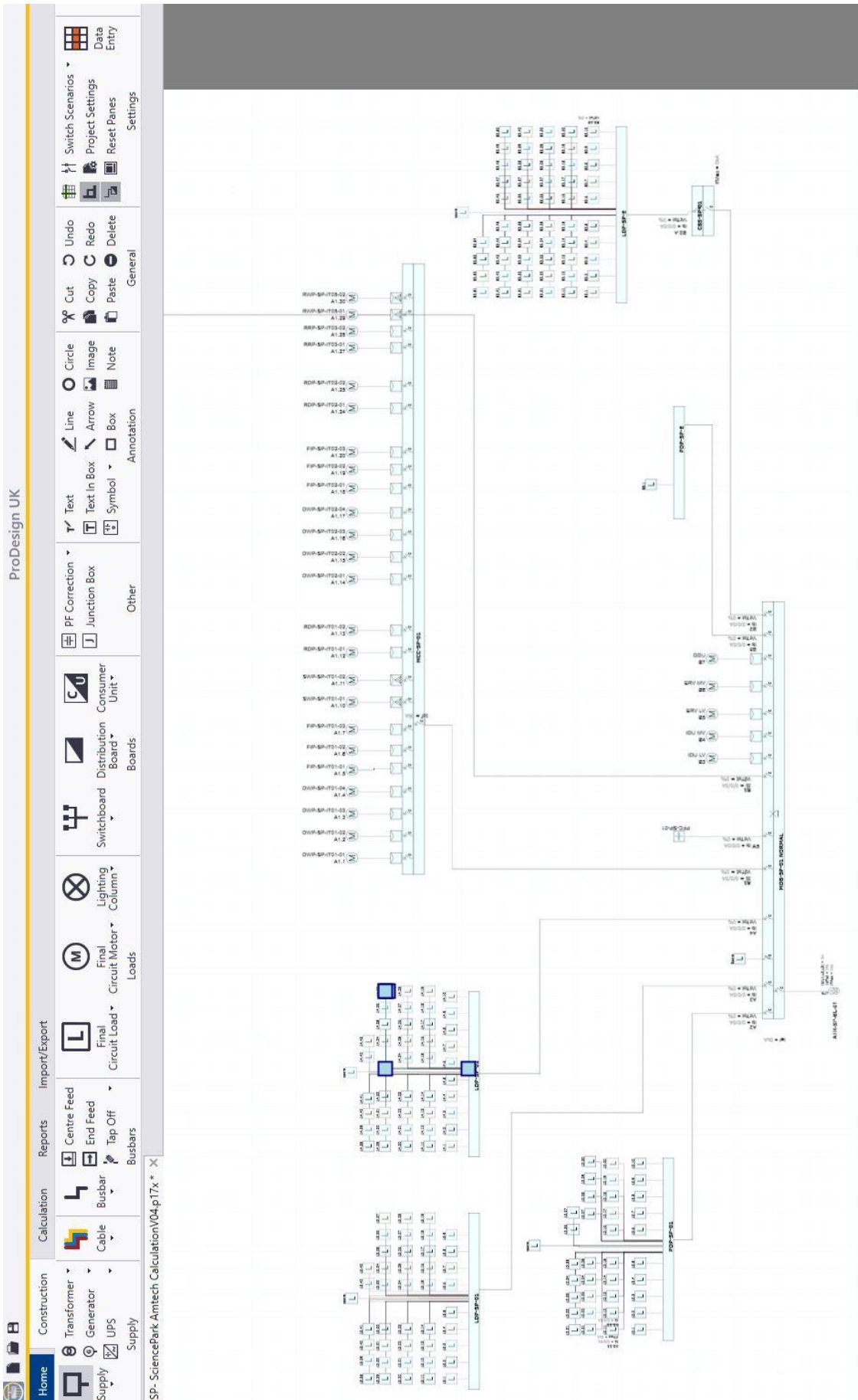


Figura 6.11 Definición en Amtech Design del esquema unifilar de la instalación eléctrica.

## 6.6 RESULTADO DE CÁLCULOS

El último paso en el dimensionado de los elementos conductores y protectores de la red de suministro eléctrico se puede realizar una vez se han completado los pasos anteriores. El software de cálculo tiene ya todos los inputs necesarios para poder ejecutarse.

El resultado de este procesamiento de cálculo son las secciones de todos los cables de la instalación, así como posiblemente una serie de advertencias o fallos que conllevarán ajustes manuales para poder llegar a la próxima iteración de cálculo. Estos, basándonos en la experiencia suelen ser simplemente ajustes en los elementos de protección.

También se obtienen una serie de valores como el porcentaje de caída de tensión en los conductores o el acumulado de caída de tensión desde la fuente hasta el elemento de consumo final. Estos valores son bajo un ojo técnico suficientes para valorar si la distribución por cuadros está convenientemente hecha o por el contrario una redistribución de estas conllevaría una optimización global de la instalación.

Una vez corregidos todos los errores de compilación y advertencias técnicas el software ya puede ser generados todos los outputs que posteriormente se usarán en los entregables. Entre los formatos de exportación que el programa permite está el formato .csv lo que se complementa con lo antes mencionado respecto a las hojas de cálculo automatizadas. La automatización de referencia a esto datos generados permite la ventaja de que los valores de los que debe estén permanentemente actualizados en su última versión en el documento tabla.

REFERENCE FROM AMTECH																		
Id No.	Phase	Connected From	Connected To	CPD Type	Actual PD Rating	Cable Type	Cable Make Up	Phase conductor size m	Separate Size	Frame Size	Pole	Cable Type	Phase	CPC	Voltage	Grouping		
6	ATR	L1,L2,L3	ATR-BL-01	MDB-01	ACB	3200 Single-core, 90°C thermosetting insulated, non-arm, LSF Cu Table 4E1	3 x 4 x 1c	630	630	3200 3P	FR/LSOH	3 x 4 x 1c 63 2 x 1 x 1c 63	400			5		
7	A1	L1,L2,L3	MDB-01	MCC-01	MCCB	800 Single-core, 90°C thermosetting insulated, non-arm, LSF Cu Table 4E1	2 x 4 x 1c	240	240	800 3P	FR/LSOH	2 x 4 x 1c 24 1 x 1 x 1c 24	400			-		
8	A2	L1,L2,L3	MDB-01	PDP-01	MCCB	1600 Single-core, 90°C thermosetting insulated, non-arm, LSF Cu Table 4E1	3 x 4 x 1c	300	300	1600 3P	FR/LSOH	3 x 4 x 1c 30 1 x 1 x 1c 30	400			0		
9	A3	L1,L2,L3	MDB-01	LDP-01	MCCB	100 Single-core, 90°C thermosetting insulated, non-arm, LSF Cu Table 4E1	1 x 4 x 1c	50	25	160 3P	FR/LSOH	1 x 4 x 1c 50 1 x 1 x 1c 25	400			0		
10	A4	L1,L2,L3	MDB-01	LDP-02	MCCB	100 Single-core, 90°C thermosetting insulated, non-arm, LSF Cu Table 4E1	1 x 4 x 1c	70	35	160 3P	FR/LSOH	1 x 4 x 1c 70 1 x 1 x 1c 35	400			0		
11	A2.1	L1,L2,L3	PDP-01	Tickel & Security A1	MCCB	32 Multicore, 90°C thermosetting, armoured *RUN TO 70°C Cu	1 x 1 x 4c	35	16	160 3P	FR/LSOH	1 x 1 x 4c 35 1 x 1 x 1c 16	400			0		
12	A3.1	L1	LDP-01	Area A1	MCB	10 Multicore, 90°C thermosetting, armoured *RUN TO 70°C Cu	1 x 1 x 2c	10	10	160 1P	FR/LSOH	1 x 1 x 2c 10 1 x 1 x 1c 10	230			0		
13	A3.2	L2	LDP-01	Area A1	MCB	10 Multicore, 90°C thermosetting, armoured *RUN TO 70°C Cu	1 x 1 x 2c	16	16	160 1P	FR/LSOH	1 x 1 x 2c 16 1 x 1 x 1c 16	230			0		
14	A4.1	L1	LDP-02	Area A1	MCB	10 Multicore, 90°C thermosetting, armoured *RUN TO 70°C Cu	1 x 1 x 2c	10	10	160 1P	FR/LSOH	1 x 1 x 2c 10 1 x 1 x 1c 10	230			0		
15	A1.1	L1,L2,L3	MCC-01	DWP-IT01-01	MCCB	160 Multicore, 90°C thermosetting, armoured *RUN TO 70°C Cu	1 x 1 x 3c	150	95	160 3P	FR/LSOH	1 x 1 x 3c 15 1 x 1 x 1c 95	400			0		
16	A4.2	L2	LDP-02	Area A1	MCB	10 Multicore, 90°C thermosetting, armoured *RUN TO 70°C Cu	1 x 1 x 2c	10	10	160 1P	FR/LSOH	1 x 1 x 2c 10 1 x 1 x 1c 10	230			0		
17	A3.3	L3	LDP-01	Area A2	MCB	10 Multicore, 90°C thermosetting, armoured *RUN TO 70°C Cu	1 x 1 x 2c	16	16	160 1P	FR/LSOH	1 x 1 x 2c 16 1 x 1 x 1c 16	230			0		
18	A4.3	L3	LDP-02	Area A2	MCB	10 Multicore, 90°C thermosetting, armoured *RUN TO 70°C Cu	1 x 1 x 2c	16	16	160 1P	FR/LSOH	1 x 1 x 2c 16 1 x 1 x 1c 16	230			0		
19	A3.4	L1	LDP-01	Area A2	MCB	10 Multicore, 90°C thermosetting, armoured *RUN TO 70°C Cu	1 x 1 x 2c	16	16	160 1P	FR/LSOH	1 x 1 x 2c 16 1 x 1 x 1c 16	230			0		
20	A4.4	L1	LDP-02	Area A2	MCB	10 Multicore, 90°C thermosetting, armoured *RUN TO 70°C Cu	1 x 1 x 2c	16	16	160 1P	FR/LSOH	1 x 1 x 2c 16 1 x 1 x 1c 16	230			0		
21	A3.5	L2	LDP-01	Area A3,B3	MCB	10 Multicore, 90°C thermosetting, armoured *RUN TO 70°C Cu	1 x 1 x 2c	10	10	160 1P	FR/LSOH	1 x 1 x 2c 10 1 x 1 x 1c 10	230			0		
22	A4.5	L2	LDP-02	Area A3,B3	MCB	10 Multicore, 90°C thermosetting, armoured *RUN TO 70°C Cu	1 x 1 x 2c	4	4	160 1P	FR/LSOH	1 x 1 x 2c 4 1 x 1 x 1c 4	230			0		
23	A3.6	L3	LDP-01	Area A3	MCB	10 Multicore, 90°C thermosetting, armoured *RUN TO 70°C Cu	1 x 1 x 2c	4	4	160 1P	FR/LSOH	1 x 1 x 2c 4 1 x 1 x 1c 4	230			0		
24	A4.6	L3	LDP-02	Area A3	MCB	10 Multicore, 90°C thermosetting, armoured *RUN TO 70°C Cu	1 x 1 x 2c	6	6	160 1P	FR/LSOH	1 x 1 x 2c 6 1 x 1 x 1c 6	230			0		
25	A3.7	L1	LDP-01	Area A3	MCB	16 Multicore, 90°C thermosetting, armoured *RUN TO 70°C Cu	1 x 1 x 2c	10	10	160 1P	FR/LSOH	1 x 1 x 2c 10 1 x 1 x 1c 10	230			0		
26	A4.7	L1	LDP-02	Area A3	MCB	10 Multicore, 90°C thermosetting, armoured *RUN TO 70°C Cu	1 x 1 x 2c	6	6	160 1P	FR/LSOH	1 x 1 x 2c 6 1 x 1 x 1c 6	230			0		
27	A3.8	L2	LDP-01	Area A1,B1	MCB	10 Multicore, 90°C thermosetting, armoured *RUN TO 70°C Cu	1 x 1 x 2c	6	6	160 1P	FR/LSOH	1 x 1 x 2c 6 1 x 1 x 1c 6	230			0		
28	A4.8	L2	LDP-02	Area A1,B1	MCB	10 Multicore, 90°C thermosetting, armoured *RUN TO 70°C Cu	1 x 1 x 2c	10	10	160 1P	FR/LSOH	1 x 1 x 2c 10 1 x 1 x 1c 10	230			0		
29	A3.9	L3	LDP-01	Area B1	MCB	10 Multicore, 90°C thermosetting, armoured *RUN TO 70°C Cu	1 x 1 x 2c	16	16	160 1P	FR/LSOH	1 x 1 x 2c 16 1 x 1 x 1c 16	230			0		
30	A4.9	L3	LDP-02	Area B1	MCB	10 Multicore, 90°C thermosetting, armoured *RUN TO 70°C Cu	1 x 1 x 2c	35	25	160 1P	FR/LSOH	1 x 1 x 2c 35 1 x 1 x 1c 25	230			0		
31	A4.10	L1	LDP-02	Area A1, B1,B2	MCB	10 Multicore, 90°C thermosetting, armoured *RUN TO 70°C Cu	1 x 1 x 2c	10	10	160 1P	FR/LSOH	1 x 1 x 2c 10 1 x 1 x 1c 10	230			0		
32	A3.11	L2	LDP-01	Area B2,C2	MCB	10 Multicore, 90°C thermosetting, armoured *RUN TO 70°C Cu	1 x 1 x 2c	10	10	160 1P	FR/LSOH	1 x 1 x 2c 10 1 x 1 x 1c 10	230			0		
33	A4.11	L2	LDP-02	Area B2,C2	MCB	10 Multicore, 90°C thermosetting, armoured *RUN TO 70°C Cu	1 x 1 x 2c	16	16	160 1P	FR/LSOH	1 x 1 x 2c 16 1 x 1 x 1c 16	230			0		
34	A3.12	L3	LDP-01	Area B3	MCB	10 Multicore, 90°C thermosetting, armoured *RUN TO 70°C Cu	1 x 1 x 2c	10	10	160 1P	FR/LSOH	1 x 1 x 2c 10 1 x 1 x 1c 10	230			0		
35	A4.12	L3	LDP-02	Area B3	MCB	10 Multicore, 90°C thermosetting, armoured *RUN TO 70°C Cu	1 x 1 x 2c	16	16	160 1P	FR/LSOH	1 x 1 x 2c 16 1 x 1 x 1c 16	230			0		

Figura 6.12 Tabla resumen de las características de los cables y protecciones calculadas.

Se recogen a continuación las mismas tablas tomadas antes como ejemplos una vez ejecutado el cálculo de dimensionado e introducidas en ellas los valores de las secciones de los cables y las protecciones.

PANEL NAME										MCCB-01										TITLE: MAIN DISTRIBUTION BOARD SCHEDULE										INCOMER CABLE DETAILS																																					
FED FROM										ATR-BL-01																				CABLE REF NO.																																					
LOCATION										LVMDB																				CABLE TYPE																																					
MOUNTING TYPE / IP RATING										FLOOR										IP42										SPECIAL REQUIREMENTS (IF ANY):																																					
VOLTAGE / PHASE										400 V										3 - Phase										BUSBAR SC RATING (kA):																																					
																				25kA										CABLE SIZE (mm <sup>2</sup> )																																					
																														CPC SIZE (mm <sup>2</sup> )																																					
RATING OF INCOMER	OUTGOING BREAKER				FEEDER REF No.	PANEL / DB REF NAME	CABLE TYPE	CABLE SIZE (mm <sup>2</sup> )	CPC SIZE (mm <sup>2</sup> )	CONNECTED LOAD (kW)	CONNECTED LOAD PER PHASE (kW)			DF	MAXIMUM DEMAND LOAD (kW)	MAXIMUM DEMAND LOAD PER PHASE (kW)			LOAD SUBJECT TO SPARE	SPARE LOAD (%)	SPARE LOAD (kW)																																														
	No. OF POLES	AT RATING	TYPE								L1	L2	L3			L1	L2	L3																																																	
4P ACB	3P	800	MCCB	A1	MCC-01	FR./LSOH Cu.	2 x 4 x 1c x 240	1 x 1 x 1c x 240	647,00	215,67	215,67	215,67	0,52	339,00	113,00	113,00	113,00	0,00	10%	0,00																																															
	3P	1600	MCCB	A2	PDP-01	FR./LSOH Cu.	3 x 4 x 1c x 300	1 x 1 x 1c x 300	679,80	227,46	226,31	226,02	0,00	611,82	204,72	203,68	203,42	150,57	10%	15,06																																															
	3P	100	MCCB	A3	LDP-01	FR./LSOH Cu.	1 x 4 x 1c x 50	1 x 1 x 1c x 25	45,73	17,47	13,86	14,40	0,00	40,49	15,72	11,80	12,96	10,13	10%	1,01																																															
	3P	100	MCCB	A4	LDP-02	FR./LSOH Cu.	1 x 4 x 1c x 70	1 x 1 x 1c x 35	44,18	15,31	13,85	15,03	0,89	39,20	13,78	11,89	13,53	9,79	10%	0,98																																															
	3P	800	MCCB	A5	FFC-01	XLPE/LSOH Cu.	1 x 1 x 3c x 240	1 x 1 x 1c x 240																																																											
	3P	160	MCCB			SPARE																																																													
	3P	160	MCCB			SPARE																																																													
	3P	500	MCCB	B1	MCC-E	FR./LSOH Cu.	2 x 1 x 4c x 95	1 x 1 x 1c x 95	444,00	148,00	148,00	148,00	0,50	222,00	74,00	74,00	74,00	0,00	10%																																																
	3P	100	MCCB	B2	CBS-01	FR./LSOH Cu.	1 x 1 x 4c x 50	1 x 1 x 1c x 35	25,92	10,40	8,05	7,48	1,00	25,92	10,40	8,05	7,48	5,74	10%																																																
	3P	20	MCCB	B3	IDU LV	FR./LSOH Cu.	1 x 1 x 4c x 16	1 x 1 x 1c x 16	0,35	0,12	0,12	0,12	1,00	0,35	0,12	0,12	0,12																																																		
3P	20	MCCB	B4	IDU MV	FR./LSOH Cu.	1 x 1 x 4c x 16	1 x 1 x 1c x 16	0,19	0,06	0,06	0,06	1,00	0,19	0,06	0,06	0,06																																																			
3P	20	MCCB	B5	ERV LV	FR./LSOH Cu.	1 x 1 x 4c x 16	1 x 1 x 1c x 16	0,48	0,16	0,16	0,16	1,00	0,48	0,16	0,16	0,16																																																			
3P	20	MCCB	B6	ERV MV	FR./LSOH Cu.	1 x 1 x 4c x 16	1 x 1 x 1c x 16	0,25	0,08	0,08	0,08	1,00	0,25	0,08	0,08	0,08																																																			
3P	32	MCCB	B7	ODU	FR./LSOH Cu.	1 x 1 x 4c x 16	1 x 1 x 1c x 16	9,72	3,24	3,24	3,24	1,00	9,72	3,24	3,24	3,24																																																			
3P	63	MCCB	B8	PDP-E	FR./LSOH Cu.	1 x 1 x 4c x 35	1 x 1 x 1c x 25	9,72	9,58	9,58	9,58	1,00	9,72	9,58	9,58	9,58	6,37	10%																																																	
3P	160	MCCB	HF	HARMONIC FILTER																																																															
3P	160	MCCB			SPARE																																																														
										TOTAL LOAD PER PHASE (kW)										1907,34						647,54						638,99						639,84						1299,13						444,85						435,68						437,63					
										TOTAL LOAD (kW)										1926,37																		1318,16																													
										SPARE LOAD (kW)										141,67																		128,81																													
										TOTAL ELECTRICAL NORMAL LOAD (kW)										2068,05																		0,70						1446,98																							
										TOTAL ELECTRICAL NORMAL AFETER DIVERSITY FACTOR OF 0,8 (kW)										1654,44																								1157,58																							
										TOTAL ELECTRICAL EMERGENCY LOAD PER PHASE (kW)										171,64						169,30						169,72						268,63						97,64						95,30						94,72											
										TOTAL ELECTRICAL EMERGENCY LOAD (kW)										509,66																								287,66																							
										SPARE LOAD (kW)										47,96																								25,76																							
										TOTAL ELECTRICAL EMERGENCY LOAD (kW)										557,62																								313,42																							

Figura 6.13 Tabla del cuadro general de alimentación con los cables y protecciones obtenidos.

PANEL NAME										MCC-01										TITLE: MOTOR CONTROL CENTER LOAD SCHEDULE										INCOMER CABLE DETAILS																															
FED FROM										MCCB-01																				CABLE REF NO.																															
LOCATION										LVMDB																				CABLE TYPE																															
MOUNTING TYPE / IP RATING										FLOOR										IP 55										SPECIAL REQUIREMENTS (IF ANY):																															
VOLTAGE / PHASE										400 V										3 - Phase										BUSBAR SC RATING (kA):																															
																				20kA										CABLE SIZE (mm <sup>2</sup> )																															
																														CPC SIZE (mm <sup>2</sup> )																															
RATING OF INCOMER	OUTGOING BREAKER				FEEDER REF No.	PANEL / DB REF NAME	STARTER TYPE	CABLE TYPE	CABLE SIZE (mm <sup>2</sup> )	CPC SIZE (mm <sup>2</sup> )	CONNECTED LOAD (kW)	CONNECTED LOAD PER PHASE (kW)			DF	MAXIMUM DEMAND LOAD (kW)	MAXIMUM DEMAND LOAD PER PHASE (kW)			SPARE LOAD (%)	SPARE LOAD (kW)	REMARKS																																							
	No. OF POLES	AT RATING (A)	RATING OF ELCB	TYPE								L1	L2	L3			L1	L2	L3																																										
3P	3P	160	MCCB	AL1	DWIP-T01-01	SOFT START	FR./LSOH Cu.	1 x 1 x 3c x 150	1 x 1 x 1c x 95	65,00	21,67	21,67	21,67	1,00	65,00	21,67	21,67	21,67			DUTY																																								
	3P	160	MCCB	AL2	DWIP-T01-02	SOFT START	FR./LSOH Cu.	1 x 1 x 3c x 150	1 x 1 x 1c x 95	65,00	21,67	21,67	21,67	1,00	65,00	21,67	21,67	21,67			DUTY																																								
	3P	160	MCCB	AL3	DWIP-T01-03	SOFT START	FR./LSOH Cu.	1 x 1 x 3c x 150	1 x 1 x 1c x 95	65,00	21,67	21,67	21,67								STANDBY																																								
	3P	160	MCCB	AL4	DWIP-T01-04	SOFT START	FR./LSOH Cu.	1 x 1 x 3c x 150	1 x 1 x 1c x 95	65,00	21,67	21,67	21,67									STANDBY																																							
	3P	20	MCCB	AL5	FIP-T01-01	DOL	FR./LSOH Cu.	1 x 1 x 3c x 25	1 x 1 x 1c x 25	9,80	1,17	1,17	1,17	1,00	9,80	1,17	1,17	1,17			DUTY																																								
	3P	20	MCCB	AL6	FIP-T01-02	DOL	FR./LSOH Cu.	1 x 1 x 3c x 25	1 x 1 x 1c x 25	9,80	1,17	1,17	1,17	1,00	9,80	1,17	1,17	1,17			DUTY																																								
	3P	20	MCCB	AL7	FIP-T01-03	DOL	FR./LSOH Cu.	1 x 1 x 3c x 25	1 x 1 x 1c x 25	9,80	1,17	1,17	1,17	1,00	9,80	1,17	1,17	1,17			DUTY																																								
	3P	80	30mA	MCCB	AL10	DWIP-T01-01	START DELTA	FR./LSOH Cu.	2 x 1 x 3c x 95	1 x 1 x 1c x 25	24,00	8,00	8,00	8,00	1,00	24,00	8,00	8,00	8,00			DUTY																																							
	3P	80	30mA	MCCB	AL11	DWIP-T01-02	START DELTA	FR./LSOH Cu.	2 x 1 x 3c x 50	1 x 1 x 1c x 25	24,00	8,00	8,00	8,00								STANDBY																																							
	1000 A	3P	20	MCCB	AL12	RDP-T01-01	DOL	FR./LSOH Cu.	1 x 1 x 4c x 25	1 x 1 x 1c x 25	5,00	1,67	1,67	1,67	1,00	5,00	1,67	1,67	1,67			DUTY																																							
1000 A	3P	20	MCCB	AL13	RDP-T01-02	DOL	FR./LSOH Cu.	1 x 1 x 4c x 25	1 x 1 x 1c x 25	5,00	1,67	1,67	1,67	1,00	5,00	1,67	1,67	1,67			DUTY																																								
1000 A	3P	160	MCCB	AL14	DWIP-T01-01	SOFT START	FR./LSOH Cu.	1 x 1 x 3c x 150	1 x 1 x 1c x 95	65,00	21,67	21,67	21,67								STANDBY																																								
1000 A	3P	160	MCCB	AL15	DWIP-T01-02	SOFT START	FR./LSOH Cu.	1 x 1 x 3c x 150	1 x 1 x 1c x 95	65,00	21,67	21,67	21,67	1,00	65,00	21,67	21,67	21,67			DUTY																																								
1000 A	3P	160	MCCB	AL16	DWIP-T01-03	SOFT START	FR./LSOH Cu.	1 x 1 x 3c x 150	1 x 1 x 1c x 95	65,00	21,67	21,67	21,67								STANDBY																																								
1000 A	3P	160	MCCB	AL17	DWIP-T01-04	SOFT START	FR./LSOH Cu.	1 x 1 x 3c x 150	1 x 1 x 1c x 95	65,00	21,67	21,67	21,67	1,00	65,00	21,67	21,67	21,67			DUTY																																								
3P	20	MCCB	AL18	FIP-T01-01	DOL	FR./LSOH Cu.	1 x 1 x 4c x 16	1 x 1 x 1c x 16	3,50	1,17	1,17	1,17	1,00	3,50	1,17	1,17	1,17			DUTY																																									
3P	20	MCCB	AL19	FIP-T01-02	DOL	FR./LSOH Cu.	1 x 1 x 4c x 16	1 x 1 x 1c x 16	3,50	1,17	1,17	1,17	1,00	3,50	1,17	1,17	1,17			DUTY																																									
3P	20	MCCB	AL20	FIP-T01-03	DOL	FR./LSOH Cu.	1 x 1 x 4c x 16	1 x 1 x 1c x 16	3,50	1,17	1,17	1,17	1,00	3,50	1,17	1,17	1,17			DUTY																																									
3P	20	MCCB	AL24	RDP-T01-01	DOL	FR./LSOH Cu.	1 x 1 x 4c x 25	1 x 1 x 1c x 25	5,00	1,67	1,67	1,67								STANDBY																																									
3P	20	MCCB	AL25	RDP-T01-02	DOL	FR./LSOH Cu.	1 x 1 x 4c x 25	1 x 1 x 1c x 25	5,00	1,67	1,67	1,67	1,00	5,00	1,67	1,67	1,67			DUTY																																									
3P	20	MCCB	AL27	BRP-T03-01	DOL	FR./LSOH Cu.	2 x 1 x 4c x 35	1 x 1 x 1c x 25	4,00	1,33	1,33	1,33	1,00	4,00	1,33	1,33	1,33			DUTY																																									
3P	20	MCCB	AL28	BRP-T03-02	DOL	FR./LSOH Cu.	1 x 1 x 4c x 35	1 x 1 x 1c x 25	4,00	1,33	1,33	1,33								STANDBY																																									
3P	80	30mA	MCCB	AL29	RWP-T05-01	START DELTA	FR./LSOH Cu.	2 x 1 x 3c x 50	1 x 1 x 1c x 25	15,00	5,00	5,00	5,00								STANDBY																																								
3P	80	30mA	MCCB	AL30	RWP-T05-02	START DELTA	FR./LSOH Cu.	2 x 1 x 3c x 50	1 x 1 x 1c x 25	15,00	5,00	5,00	5,00	1,00	15,00	5,00	5,00	5,00			DUTY																																								
										TOTAL LOAD PER PHASE (kW)										215,67						215,67						215,67						113,00						113,00						113,00											
										TOTAL LOAD (kW)										647,00																		647,00																							
										SPARE LOAD (kW)																																		399,00																	
										TOTAL LOAD PER PHASE (kW) INCLUDING SPARE LOAD										215,67						215,67						215,67						113,00						113,00						113,00											
										TOTAL NORMAL LOAD (kW)										647																		0,52						339																	

Figura 6.14 Tabla de cuadro eléctrico de motores con los cables y protecciones obtenidos.

DP NAME		LDP-01										BUSBAR SC RATING		10 kA														
FED FROM		MDB-01										CABLE REF. NO.		A3														
LOCATION		LVMDB										CABLE TYPE		FR/LSOH Cu														
MOUNTING TYPE / IP RATING		WALL					IP 42					TITLE		LIGHTING DISTRIBUTION PANEL LOAD SCHEDULE														
VOLTAGE / PHASE		400 V					3 - Phase					SPECIAL REQUIREMENTS (IF ANY)		CPC SIZE (mm <sup>2</sup> )		1 x 4 x 1c x 25												
RATING OF INCOMER	RATING OF ELCB	OKT REF	No. OF POLES	MCB RATING (A)	TYPE OF MCB	CCT CABLE SIZE (mm <sup>2</sup> )	ECC CABLE SIZE (mm <sup>2</sup> )	FEEDER REF. No.	AREA DESCRIPTION	CONNECTED LOADS						UNIT	CONNECTED LOAD PER PHASE (W)			DF	MAXIMUM DEMAND PER PHASE (W)			REMARKS				
										Type	F1	F2	F3	F4	F5		LED LIGHTING	L1	L2		L3	L1	L2		L3			
										Lamp Wattage	59	246	10	42,5	13,3													
										Gear Loss Factor	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2													
										Total Load	71	295	12	31	16	144												
3P MOLDED CASE SWITCH 100 A		311	1	10	C	10	10	A2.1	Area A1,ballast c25							1	8	640			0,9	576						
		312	1	10	C	16	16	A3.2	Area A3								4		1181			0,9	1063					
		313	1	10	C	16	16	A3.3	Area A2, ballast c17,c18,c19							3	12		1069			0,9	962					
		311	1	10	C	16	16	A3.4	Area A2, Ballast c9,c10,c11,c12							4	13	1213			0,9	1092						
		312	1	10	C	10	10	A3.5	Area A3								5	1476			0,9	1328						
		313	1	10	C	4	4	A3.6	Area A3								9		1086			0,9	977					
		311	1	16	C	10	10	A3.7	Area A3, Ballast C1,C2,c3,c4							4	15	2028			0,9	1825						
		312	1	10	C	6	6	A3.8	Area A1,B1								20	240			0,9	216						
		313	1	10	C	16	16	A3.9	Area B1, ballast c27,c28,c29,c30							4	10		1001			0,9	901					
		411							SPARE													0,9						
		412	1	10	C	10	10	A3.11	Area B2,C2								6	425			0,9	382						
		413	1	10	C	10	10	A3.12	Area B3								7		1169			0,9	1052					
		511	1	10	C	10	10	A3.13	AreaB3, ballast c73, c74,c75,c76								12	1142			0,9	1028						
		512	1	10	C	4	4	A3.14	Area B3								29	348			0,9	313						
		513	1	10	C	10	10	A3.15	Area C,ballast c89							1	11		852			0,9	767					
		611	1	10	C	16	16	A3.16	Area C2, C3, Ballast c59,c60,c61,c90,c91,c92							7	14	1504			0,9	1353						
		612	1	10	C	10	10	A3.17	Area C3							3	6	1090			0,9	988						
		613	1	6	C	10	10	A3.18	Area C2, ballast c70,c71,c72							9	3	16	823			0,9	741					
		711	1	10	C	16	16	A3.19	Area C2, Ballast c66,c67							2	10	1303			0,9	1173						
		712	1	10	C	16	16	A3.20	Area C1							3		886			0,9	797						
		713	1	10	C	16	16	A3.21	Area C2, B2, Ballast c42,c41,c43,c44							4	10		1001			0,9	901					
		811	1	6	C	10	10	A3.22	Area C1							6	425			0,9	382							
		812	1	6	C	16	16	A3.23	Area C1							3		886			0,9	797						
		813	1	10	C	16	16	A3.24	Area C1							3		886			0,9	797						
		911	1	10	C	16	16	A3.25	Area C1							3		886			0,9	797						
		912	1	10	C	16	16	A3.26	Area C2							6	16	22	888			0,9	799					
		913	1	6	C	10	10	A3.27	Area C1							1	29	30	419			0,9	377					
		1011	1	10	C	10	10	A3.28	Area C2, ballast c40,c95,c51							21	3	24	684			0,9	616					
		1012	1	6	C	16	16	A3.29	Area C2,ballastc68,c69,c45,c115							18	4	22	792			0,9	713					
		1013	1	10	C	10	10	A3.30	Area B2, C2							24		24	288			0,9	259					
		1111	1	10	C	25	25	A3.31	Area C2, ballast c52,c53,c54,c55,c56,c57,c58							6	7	13	1433			0,9	1290					
		1112	1	6	C	10	10	A3.32	Area A1							6		425			0,9	382						
		1113	1	10	C	16	16	A3.33	Area C1							3		886			0,9	797						
		1211	1	10	C	16	16	A3.34	Area C1							3		886			0,9	797						
		1212	1	10	C	10	10	A3.35	Area C2							17		867			0,9	780						
		1213	1	10	C	16	16	A3.36	Area C1							3		886			0,9	797						
		1311	1	10	C	10	10	A3.37	Area C2 Sport Lab							3		886			0,9	797						
		1312	1	10	C	10	10	A3.38	Area C2 Sport Lab							3		886			0,9	797						
		1313	1	10	C	16	16	A3.39	ballast c95,c96,c97,c98,c99,c100,c101,c102,c103									8		1152			0,9	1037				
		1411	1	10	C	16	16	A3.40	ballast c106,c107,c108,c110,c105,c111,c104,c112									8		1152			0,9	1037				
	1412	1	10	C	16	16	A3.41	Ballast c148,c150,c149,c147,c146,c145,c144								7		1008			0,9	907						
	1413	1	10	C	16	16	A3.42	Ballast c164,c163,c161,c160,c162,c171,c173								7		1008			0,9	907						
	1511	1	10	C	16	16	A3.43	Ballast c166,c167,c165,c168,c169,c170,c171								7		1008			0,9	907						
	1512	1						Area C2, Market lab							9	12		651										
	1513	1																										
LOAD PER PHASE (KW)																	15,19	12,05	12,52	13,67	10,26	11,27						
SPARE LOAD (%)																		15%			15%							
LOAD PER PHASE INCLUDING SPARE LOAD (KW)																	17,47	13,86	14,40	15,72	11,80	12,96						
TOTAL LOAD INCLUDING SPARE LOAD (KW)																	45,73			0,89	40,49							

Figura 6.15 Tabla de cuadro eléctrico de alumbrado con los cables y protecciones obtenidos.

Estas tablas junto con el informe detallado de cada cable de la instalación que se obtiene directamente del software Amtech constituirán los entregables de este apartado. Todos ellos también sirven de justificación del cumplimiento de los valores que las normativas de aplicación marcan como límites.

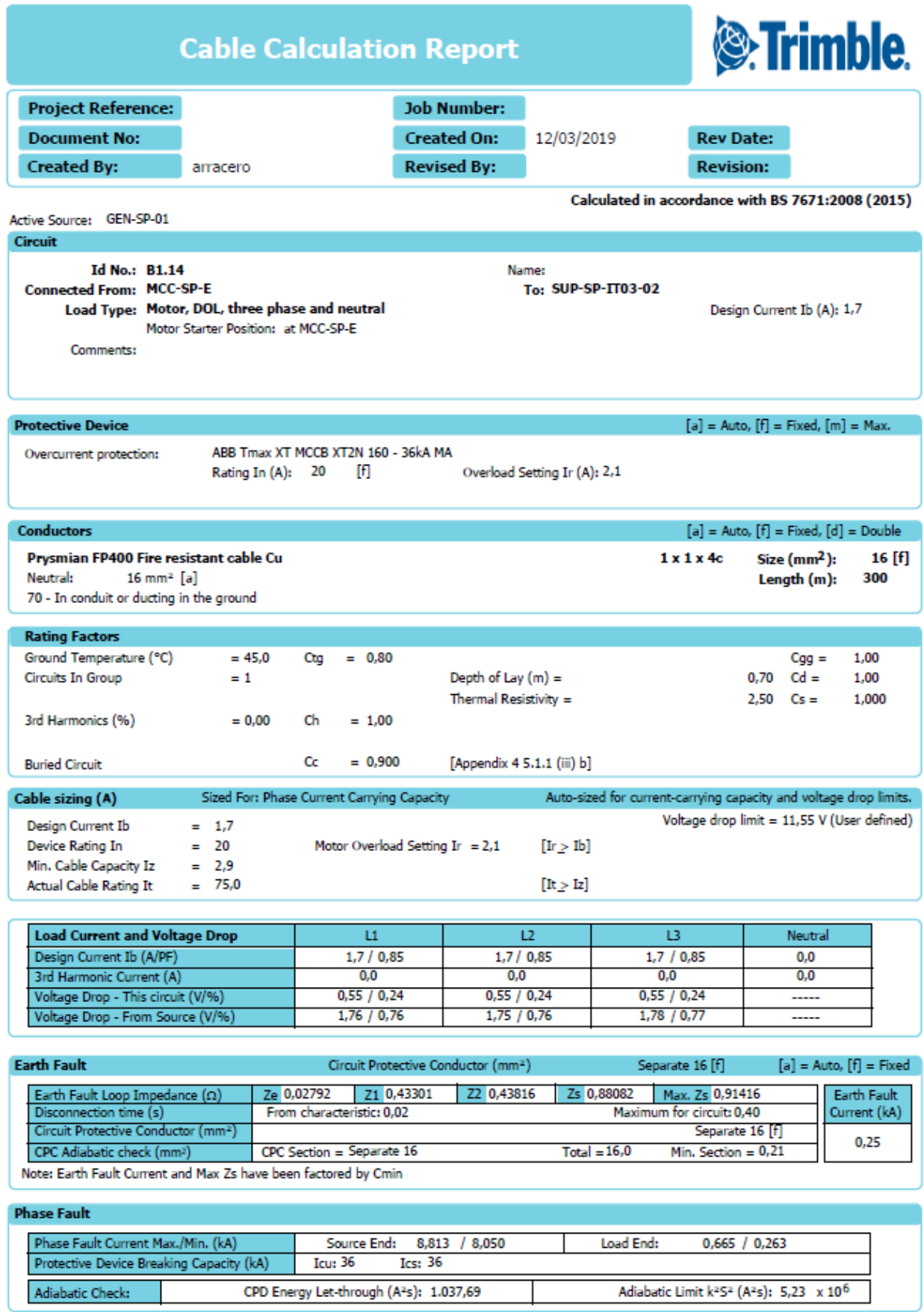


Figura 6.16 Ejemplo del informe generado por Amtech Design

## **7 ANEXOS**

---



IT	Description	Unit	Qty.	Cost estimate	PEM
<b>13</b>	<b>IRRIGATION SYSTEM</b>				
13.1	Polyethylene pipe PN10 D = 90 MM. electrowelded union	m	2.255,00	8,00 €	18.040,00 €
13.2	Polyethylene pipe PN10 D = 63 MM. electrowelded union	m	3.069,00	6,00 €	18.414,00 €
13.3	Polyethylene pipe PN10 D = 50 MM. electrowelded union	m	6.380,00	5,00 €	31.900,00 €
13.4	Polyethylene pipe PN6 D = 25 MM.	m	1.909,60	3,50 €	6.683,60 €
13.5	Corrugated polyethylene pipe D50 MM.	m	1.196,80	3,00 €	3.590,40 €
13.6	Opening and closing of ditches. Excavation in opening and widening of truncated coneshaped box, of dimensions:		13.613,60	3,50 €	47.647,60 €
	<b>Filters</b>				
13.3	Filters and valves of various sizes	u	358,60	26,00 €	9.323,60 €
	<b>Drip irrigation</b>				
13.4	Supply and installation of integrated self-compensating drip piping with turbulent regime pill	m	59.820,20	4,00 €	239.280,80 €
	Sprinkler irrigations				
13.5	Supply and installation of diffuser TORO model series 570z xf. radio from 0 to 5, 2 meters. flow	u	349,80	24,00 €	8.395,20 €
13.6	Supply and installation of TORO turbine sprinkler model t5 series. radius of 7.6 to 15.2 meters	u	129,80	24,00 €	3.115,20 €
	<b>Centralization</b>				
13.7	TORO network satellite programmer.	u	3,00	1.800,00 €	5.400,00 €
13.8	Supply and installation of shielded cable of three threads bull 900-83 / 2 supplied in standard	m	660,00	3,00 €	1.980,00 €
13.9	Control wiring	m	2.860,00	6,00 €	17.160,00 €
13.10	Opening and closing of ditches	m	3.520,00	3,50 €	12.320,00 €
	<b>Handhole</b>				
13.11	Registry facilities	u	320,00	52,00 €	16.640,00 €
	<b>Water supply equipment</b>				
13.12	Tank 1075 M3	ud	7,00	123.062,00 €	861.434,00 €
13.13	Booster Pump Set	ud	4,00	50.313,22 €	201.252,88 €
13.14	Handhole (P.O.C.)	ud	23,00	213,62 €	4.913,26 €
13.15	Booster Pump Electrical Panel	ud	1,00	3.053,90 €	3.053,90 €
13.16	Polyethylene pipe PN10 D = 10 MM. electrowelded union	m	2.100,00	10,00 €	21.000,00 €
	<b>TOTAL PRICE for this section</b>				1.531.544,44 €

IT	Description	Unit	Qty.	Cost estimate	PEM
<b>9</b>	<b>ELECTRICAL FACILITY</b>				
	<b>POWER SUPPLY (KIOSK)</b>				
9.1	LV Main Electrical Panel	ud	1,00	11.368,88 €	11.368,88 €
9.2	Cable RZ1-K (AS) 5X10 MM2 CU	m	2.200,00	12,38 €	27.236,00 €
9.3	Corrugated polyethylene pipe 4x110 mm	m	2.200,00	11,80 €	25.960,00 €
9.4	Electrical handhole	ud	38,00	202,41 €	7.691,58 €
	<b>STREET LIGHTING</b>				
9.5	Cable RZ1-K (AS) 5X6 MM2 CU	m	8.100,00	8,62 €	69.822,00 €
9.6	Corrugated polyethylene pipe 4x110 mm	m	8.100,00	11,80 €	95.580,00 €
9.7	Lighting Main Electrical Panel	ud	1,00	11.368,88 €	11.368,88 €
9.8	Secondary Lighting Electrical Panel	ud	15,00	3.086,52 €	46.297,80 €
9.9	Spot projector 62W 8.000LM	ud	364,00	732,21 €	266.524,44 €
9.10	Round bollard luminaire 5.000 LM	ud	228,00	304,72 €	69.476,16 €
9.11	Concrete Lighting Handhole HM-20	ud	228,00	202,41 €	46.149,48 €
9.12	Lighting post foundation 10<H<12 M	ud	364,00	178,35 €	64.919,40 €
9.13	Post 10m.	ud	364,00	377,36 €	137.359,04 €
9.14	Handhole 0,4 X 0,4 X 1 M.	ud	364,00	243,42 €	88.604,88 €
9.15	Grounding conection	ud	592,00	28,43 €	16.830,56 €
9.16	Lighting instalation	ud	592,00	50,93 €	30.150,56 €
9.17	Ballast HF multiprotocol (12 channels): DALI BROADCAST	ud	1,00	843,68 €	843,68 €
9.18	bus dali wire	m	8.100,00	4,42 €	35.802,00 €
9.19	Ballast HF multiprotocol (12 channels)	ud	1,00	806,88 €	806,88 €
9.20	Interface DYNET/ETHERNET	ud	1,00	514,09 €	514,09 €
9.21	Power supply 24v	ud	1,00	278,13 €	278,13 €
9.22	8 multifuntion inputs rack	ud	1,00	514,09 €	514,09 €
9.23	Nodo PC: DYNET-USB	ud	1,00	338,81 €	338,81 €
9.24	Control Software	ud	1,00	1.424,21 €	1.424,21 €
9.25	System configuration	ud	1,00	2.548,07 €	2.548,07 €
9.26	PLC	ud	1,00	1.266,13 €	1.266,13 €
9.27	PLC Power Supply	ud	1,00	95,59 €	95,59 €
9.28	PLC software	ud	1,00	234,83 €	234,83 €
9.29	INTERFAZ RS422/RS485	ud	1,00	303,73 €	303,73 €
9.30	PLC Module 16 digital inputs	ud	1,00	108,92 €	108,92 €
9.31	PLC Module 16 digital outputs	ud	1,00	115,62 €	115,62 €
9.32	Conversor MULTIMODO, FIBRA OPTICA/IP	ud	1,00	291,96 €	291,96 €
9.33	Lighting driver control switch	ud	0,00	318,74 €	0,00 €
9.34	System PLC DSI/DALI	ud	1,00	318,74 €	318,74 €
9.35	BUS END Terminal	ud	1,00	26,27 €	26,27 €
9.36	Hardware	ud	1,00	3.180,00 €	3.180,00 €
9.37	SFP 1000 BASE-LX 10 KM	ud	1,00	206,85 €	206,85 €

9.38	Rack 19" 1U for 24 FO	ud	1,00	611,38 €	611,38 €
9.39	Switch 8 FO	ud	2,00	168,40 €	336,80 €
9.40	Switch 16	ud	1,00	290,09 €	290,09 €
<b>TOTAL PRICE for this section</b>					1.065.796,53 €