

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO NATURAL**



**Diseño de nave agroalimentaria e instalaciones
auxiliares para almacenamiento de aguacate en Gandía**

DOCUMENTO 1: MEMORIA Y ANEJOS A LA MEMORIA

**TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA
Y DEL MEDIO RURAL**

ALUMNO: Guillermo Negrete Ramírez de Arellano

Tutor: Iban Balbastre Peralta

Segundo tutor: Francisco Javier Sánchez Romero

Curso académico: 2018/2019

VALENCIA, ENERO 2019

Título

Diseño e instalaciones auxiliares de nave agroalimentaria para almacenamiento de aguacates en el término municipal de Gandía (Valencia).

Resumen

Se plantea el diseño de una nave almacén de aguacates en el término municipal de Gandía (Valencia). La nave dispone de espacios para una cámara frigorífica de conservación, zona de maquinaria, además de una mesa de selección, una cepilladora, una calibradora y dependencias para el personal, incluyendo vestuarios y oficinas.

La edificación diseñada es de forma rectangular (400m²), con una sola planta y con estructura metálica sobre cimentación de hormigón.

El TFG incluye la definición y justificación de los elementos constructivos principales; del mismo modo, también quedan descritas y calculadas las instalaciones eléctricas e hidráulicas necesarias para el desarrollo de la actividad.

El documento comprende memoria descriptiva, anejos de cálculo de construcción, electrotécnica e instalación hidráulica. También incluye el presupuesto de los elementos descritos y los planos de situación, emplazamiento, general de la nave y los específicos de cada anejo.

Palabras clave: Almacén de aguacates, elementos constructivos, instalaciones.

Title

Auxiliary installations and design of an agri-food warehouse for avocado storage in the municipal district of Gandía (Valencia)

Abstract

The design of a avocado warehouse in the municipal district of Gandía (Valencia) is proposed. The premises has spaces for a cold storage chamber, a machinery area, as well as a selection table, a brushing machine and a grader. In addition to all this, facilities for the workpeople, including changing rooms and offices can be found.

It is a rectangular (400m²) single floor building, with a metallic structure on concrete foundations.

The Final Degree Project (FDP) includes the definition and justification of the main constructive elements; similarly, the electrical and hydraulic installations for the development of the activity are also described and calculated.

The document includes a descriptive memory, annexes for calculation of construction, electrical engineering and hydraulic installations. It also includes the estimate of the described elements and the plans of situation, location, of the general warehouse and the specifics for each annex.

Keywords: avocado, warehouse, building elements, installations.

Autor del TFG: Guillermo Negrete Ramírez de Arellano.

Valencia, Noviembre de 2018.

Tutor: Iban Balbastre Peralta

Segundo tutor: Francisco Javier Sánchez Romero

DOCUMENTACIÓN TFG

- DOCUMENTO N°1; MEMORIA Y ANEJOS A LA MEMORIA
- DOCUMENTO N°2; PLANOS
- DOCUMENTO N°3; PRESUPUESTO

INDICE DE LA MEMORIA

1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO.....	1
2. MEDIO Y ENTORNO	2
2.1. SITUACIÓN DE LA PARCELA	2
2.2. APROVECHAMIENTOS DE LA PARCELA	2
3. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS	3
3.1. LOCALIZACIÓN	3
3.2. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA.	4
4. MARCO LEGAL	5
4.1. DE LA CONSTRUCCIÓN	5
4.2. DEL SUELO	5
4.3. DE LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA	5
4.4. DE LAS INSTALACIONES	6
4.5. DEL MEDIO AMBIENTE	6
4.6. DE SEGURIDAD Y SALUD	7
5. PROCESO PRODUCTIVO Y MAQUINARIA UTILIZADA.	7
6. CONSTRUCCIÓN	8
7. INSTALACIONES	12
7.1. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.	12
7.2. INSTALACIÓN HIDRÁULICA.	15
8. RESUMEN DEL PRESUPUESTO	17

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.

Ilustración 1. Proximidad del emplazamiento a la carretera autonómica CV-670. Fuente: Terrasit.gva	3
Ilustración 2. Proximidad del emplazamiento al término municipal de Gandía. Fuente: terrasit.gva.	4
Ilustración 3. Cargas de la cercha	8
Ilustración 4. Numeración de barras	8
Ilustración 5. Modelo explicativo de zapata. Fuente: DIRAC	11

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resultados de fuerza ejercida en cada barra utilizando el método de secciones	9
Tabla 2. Elección de perfiles	10
Tabla 3. Datos de la zapata	11
Tabla 4. Resultados de la sección comercial utilizada para cada línea	13
Tabla 5. Resultados red de distribución de agua	15
Tabla 6. Resultados red ACS	16

1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO

El aguacate, Persea americana, es una especie arbórea del género *Persea* perteneciente a la familia Lauraceae, originaria de Mesoamérica, la variedad que se cultiva en España es la Hass. Es un cultivo potencialmente interesante, centrándose la mayor parte de la producción nacional en Andalucía con anterioridad y ahora implantándose con fuerza en la Comunidad Valenciana. Y esto es en parte por su rentabilidad frente a otros cultivos como puede ser el cítrico. Y es que el clima mediterráneo, en concreto las zonas libres de heladas, resulta idóneo para la implantación de estas especies. Existe una temporada de cosecha de aguacates limitada a los meses más cálidos del año. De modo que, en respuesta a cuándo es temporada de aguacate, podemos decir que se dan de junio a octubre, mientras que en mayo ya puede hacerse una recolección temprana y en noviembre, tardía.

Es un cultivo de gran rentabilidad puesto que aunque la densidad de estos cultivos sea menor, la rentabilidad es mucho mayor que otros cultivos como el cítrico, de manera que cada vez son más los agricultores que se están interesando por su plantación.

En este proyecto se describen las construcciones e implantación de maquinaria e instalaciones de una nave de envasado y almacenamiento de aguacates en el término municipal de Gandía (Valencia). La nave debe contar con oficinas y espacios para el correcto desempeño de las actividades del capital humano contratado, estando la misma ubicada en las proximidades del núcleo urbano.

2. MEDIO Y ENTORNO

2.1 SITUACIÓN DE LA PARCELA

La nave agroindustrial objeto del proyecto está situada a 2 km del núcleo urbano de la ciudad de Gandía. Del mismo modo, cabe señalar la buena y estratégica situación de la parcela debido a que se encuentra en la N-337a y a escasos metros de la CV-670.

2.2 APROVECHAMIENTO DE LA PARCELA

Se trata de una nave de almacenamiento de aguacate con una cámara frigorífica con capacidad para 75000 kg de los mismos. Se decide esta magnitud debido a que se aprovechan aproximadamente 4 hectáreas de terreno para la plantación y cada hectárea producirá una media de 18000 kg de aguacates de la variedad Hass.

3. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

3.1 LOCALIZACIÓN.

En cuanto a la localización, se ha decidido el establecimiento de la nave agroindustrial en este punto debido a su proximidad a un núcleo urbano importante como es Gandía. De este modo, se combina el aire natural con la facilidad de recursos que un municipio como Gandía puede ofrecer bajo cualquier necesidad, suministro o servicio. También se ha de tener en cuenta la facilidad que tienen tanto los camiones de carga, como los trabajadores de la nave y los indirectos de la misma en el acceso a la parcela, encontrándose muy ventajoso al estar directamente enlazado con una carretera provincial. A continuación, se adjuntan dos imágenes donde se muestran con un punto rojo la situación de la parcela y se puede observar su notable proximidad a la carretera CV-670, además de la proximidad al municipio de Gandía (señalado con punto azul). De igual manera se puede conocer la situación de manera más detallada en los planos de situación y emplazamiento, *Planos nº1* y *Plano nº2*.



Ilustración 1. Proximidad del emplazamiento a la carretera autonómica CV-670. Fuente: Terrasit.gva

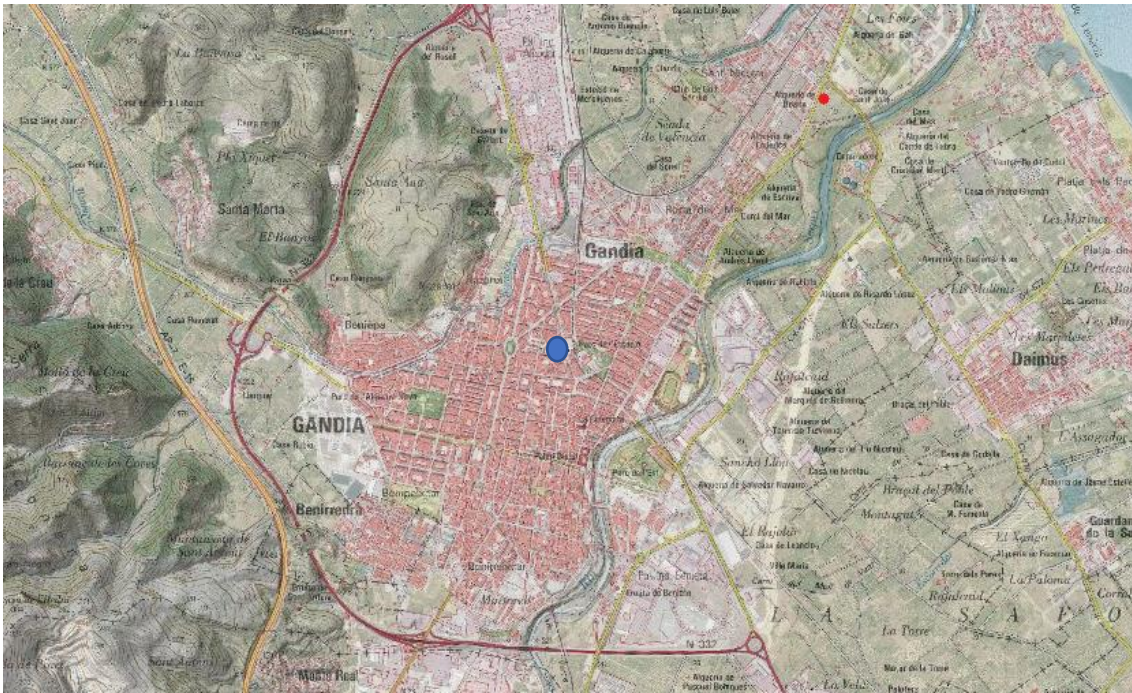


Ilustración 2. Proximidad del emplazamiento al término municipal de Gandía. Fuente: terrasit.gva.

3.2 DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

En cuanto a la distribución en planta, se ha pensado toda ella con el fin de aprovechar al máximo cada espacio de la nave, intentando realizar una especie de circuito sin retrocesos desde la recepción del aguacate hasta su salida por la zona de expedición. En el *Plano nº 7* se puede observar la distribución en planta de la nave de almacenamiento de aguacates, que al ser recibidos, pasan directamente a la mesa de selección manual y, seguidamente, a la cepilladora, que los limpiará ligeramente antes de pasar a la calibradora que finalmente los clasificará por tamaño para refrigerarse posteriormente en atmósfera controlada. Se decide situar la cámara frigorífica en una esquina con un acceso para la materia prima y otro para la salida de ésta. La puerta de entrada se ha situado de forma y manera que se encuentra cerca de la máquina calibradora, que es la última estación del aguacate antes de ser paletizado y llevado a la cámara. Al otro lado de la cámara frigorífica hay una puerta que se abrirá para la salida de los palés, encontrándose la zona de expedición también muy próxima. Además, en esta parte de manejo directo de los aguacates se encuentra justo en frente de la sala de máquinas y el almacén para el material de trabajo.

No se debe olvidar que la nave cuenta con otra entrada para el personal diferenciada de la de recepción de materia prima. Junto a esta entrada se encuentran dos vestuarios, uno para los trabajadores y otro para las trabajadoras, donde los operarios tendrán la posibilidad de ponerse el atuendo propio para el trabajo en la nave y la comodidad de asearse antes de volver a sus domicilios. Del mismo modo, se puede observar la existencia de una oficina, destinada a trabajadores cualificados en administración y economía para un correcto funcionamiento del negocio.

4. MARCO LEGAL

4.1 DE LA CONSTRUCCIÓN

- RESOLUCIÓN de 3 de marzo de 2015, de la Consellería de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente, por la que se aprueba el documento reconocido para la calidad en la edificación denominado «Procedimiento para la elaboración del Informe de Evaluación del Edificio. Comunitat Valenciana».
- Decreto 1/2015, de 9 de enero, del Consell, por el que se aprueba el Reglamento de Gestión de la Calidad en Obras de Edificación
- Real Decreto 842/2013, de 31 de octubre, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.
- Ley 3/2004, de 30 de junio, de la Generalitat Valenciana, de Ordenación y Fomento de la Calidad de la Edificación.
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08)
- Real Decreto 956/2008, de 6 de junio, por el que se aprueba la instrucción para la recepción de cementos (RC-08).

4.2 DEL SUELO

- Plan general de ordenación urbana de Gandía.
- Ley 5/2014, de 25 de julio, de la Generalitat, de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje, de la Comunitat Valenciana.

4.3 DE LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

- Reglamento 852/2004, de 29 de Abril de 2004, del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a la higiene de los productos alimenticios (DO L139, 30.04.2004).
- Real Decreto 126/2015, de 27 de febrero, por el que se aprueba la norma general relativa a la información alimentaria de los alimentos que se presenten sin envasar para la venta al consumidor final y a las colectividades, de los envasados en los lugares de venta a petición del comprador, y de los envasados por los titulares del comercio al por menor.
- Decreto 97/2005, de 20 de mayo, del Consell de la Generalitat, por el que se crea el Registro de Establecimientos Agroalimentarios de la Comunidad Valenciana y se regula su funcionamiento.
- Orden de 26 de septiembre de 2005, de la Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación, por la que se regula la inscripción en el Registro de Establecimientos Agroalimentarios de la Comunidad Valenciana.
- Real Decreto 191/2011, de 18 de febrero, sobre Registro General Sanitario de Empresas Alimentarias y Alimentos.
- Real Decreto 168/1985, de 6 de febrero, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria sobre «Condiciones Generales de Almacenamiento Frigorífico de Alimentos y Productos Alimentarios».DEROGADA POR Real Decreto 176/2013, de 8 de

marzo, por el que se derogan total o parcialmente determinadas reglamentaciones técnico-sanitarias y normas de calidad referidas a productos alimenticios.

- Real Decreto 2192/1984, de 28 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de aplicación de las normas de calidad para las frutas y hortalizas frescas comercializadas en el mercado interior.
- Reglamento (CE) nº 1221/2008 de la Comisión, de 5 de diciembre de 2008, que modifica, en lo que atañe a las normas de comercialización, el Reglamento (CE) nº 1580/2007 por el que se establecen disposiciones de aplicación de los Reglamentos (CE) nº 2200/96, (CE) nº 2201/96 y (CE) nº 1182/2007 del Consejo en el sector de las frutas y hortalizas.
- Real Decreto 640/2006, de 26 de mayo, por el que se regulan determinadas condiciones de aplicación de las disposiciones comunitarias en materia de higiene, de la producción y comercialización de los productos alimenticios.

4.4 DE LAS INSTALACIONES

- Resolución de 11 de marzo de 2014, de la Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa, por la que se amplía y modifica la relación de refrigerantes autorizados por el Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas.
- Decreto 141/2012, de 28 de septiembre, del Consell, por el que se simplifica el procedimiento para la puesta en funcionamiento de industrias e instalaciones industriales.
- Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y la Seguridad Industrial.
- Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre, sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación

4.5 DEL MEDIO AMBIENTE

- Ley 6/2014, de 25 de julio, de la Generalitat, de Prevención, Calidad y Control Ambiental de Actividades en la Comunitat Valenciana.
- Ley 2/1989, de 3 de marzo, de la Generalitat Valenciana, de Impacto Ambiental o Real Decreto 261/1996, de 16 de febrero, sobre protección de las aguas contra la contaminación producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias.
- Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos preliminar I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas. o Real Decreto Legislativo 1/2008.

4.6 DE SEGURIDAD Y SALUD

- Ley 31/1995. de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales

5. PROCESO PRODUCTIVO Y MAQUINARIA UTILIZADA

A continuación, se expone de manera sintetizada el proceso que se lleva a cabo en dicha nave. Los aguacates, son recogidos de las aproximadamente 4 hectáreas de terreno entre los meses de junio y octubre dependiendo de la maduración de la cosecha pero en 4 días próximos o consecutivos; contabilizando que cada hectárea da como fruto una media de 18000 kg, la cámara frigorífica tiene como mínimo unas dimensiones para 75000 kg.

Al ser recibidos los aguacates en la nave, estos son seleccionados en una mesa de manera manual, donde algunos operarios se encargarán de separar los aguacates que no sean aptos para el consumo o que hayan sido magullados en la recolección y breve transporte. Después de la selección, los aguacates pasan a una cepilladora que está pensada para el lavado, secado y abrillantado del fruto al pasar por su combinación de cepillos y esponjas; la fruta es bañada por una fila de duchas, pasando a continuación por encima de las esponjas que, con la ayuda de un ventilador superior, secan los aguacates y, finalmente, son conducidos fuera de la máquina por una barra de cepillos.

Seguidamente, los aguacates son conducidos a un calibrador, donde se consigue que los aguacates sean separados según su peso; en este momento los aguacates serán clasificados en función de su peso mayor o menor de 200 gramos, de este modo los operarios que se encuentren a una parte u otra del calibrador prepararán dos tipos de caja distintos. En un tipo de caja estarán los aguacates que pesen menos de 200 gramos, habrá 20 unidades de aguacate por caja y pesará aproximadamente, 4 kg; en el otro tipo de caja, estarán los aguacates que sobrepasen los 200 gramos, donde se encontrarán 20 aguacates, que pesarán en total unos 6 kg. Dentro de las cajas habrá alveolos de papel que soportarán a los aguacates.

Una vez preparados los dos tipos de cajas, se cargan en palés que soportan una media de 145 cajas, que irán siendo colocados en la cámara frigorífica. Los aguacates esperarán en la cámara frigorífica hasta que deban de ser descargados de la misma y transportados a la zona de expedición.

Nótese que el transporte de aguacates se realiza desde el campo, donde los aguacates son recolectados manualmente y colocados de manera cuidadosa en cajas de plástico, a través de un tractor con remolque que los lleva hasta la nave. Una vez dentro de la nave, el aguacate en las etapas de selección y lavado, es transportado en todo momento por bandejas de plástico y manualmente. Al haber sido introducidos los aguacates en las cajas de cartón después del calibrado y colocados en los palés, estos pallets son desplazados a la cámara frigorífica por una carretilla elevadora, que se utilizará también para transportar los mismos desde la cámara hasta la zona de expedición.

6. CONSTRUCCIÓN

Se quiere construir una nave agroindustrial metálica, con una cercha metálica a dos aguas y cubierta tipo sándwich. Como materiales de construcción se ha utilizado tubo cuadrado hueco de acero rectangular para las barras que comprenden la cercha, así como vigas HEB-260 para la construcción de los pilares y vigas IPE-140 para las correas. Para las zapatas el acero utilizado es el B-500S y el hormigón, HA-25; el número de barras en la zapata es de 8. Todas las características de cada material y la justificación de su presencia en el presente proyecto se encuentran en el *Anejo nº3*.

Para el dimensionado y diseño de la nave es necesario realizar cálculos y determinaciones de cuáles van a ser las cargas que la cercha ha de soportar, así como los cálculos de los axiles de cada barra con su correspondiente elección de perfiles. Del mismo modo, se determinarán las zapatas, pilares y correas existentes. Todos los cálculos y determinaciones se encuentran expuestos en el *Anejo nº3*, que además se pueden consultar de forma gráfica en los planos *Plano nº3*, *Plano nº4*, *Plano nº5* y *Plano nº6*. A continuación, se exponen los resultados sobre las fuerzas ejercidas en cada barra y la elección de las mismas, además de la determinación de los datos geométricos de la zapata.

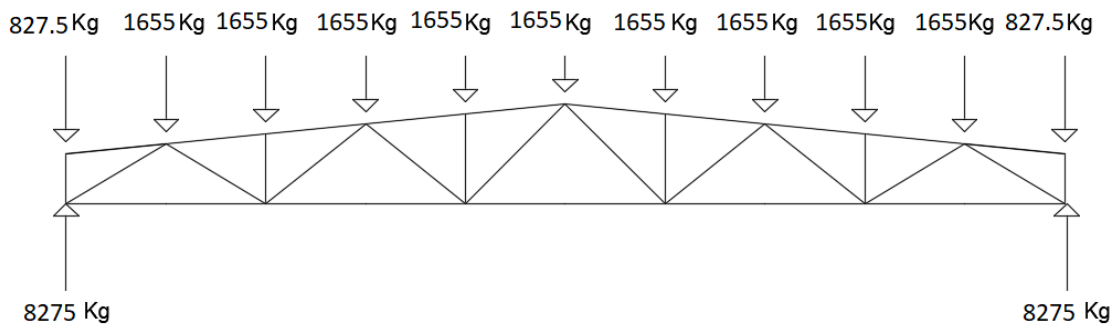


Ilustración 3. Cargas de la cercha.

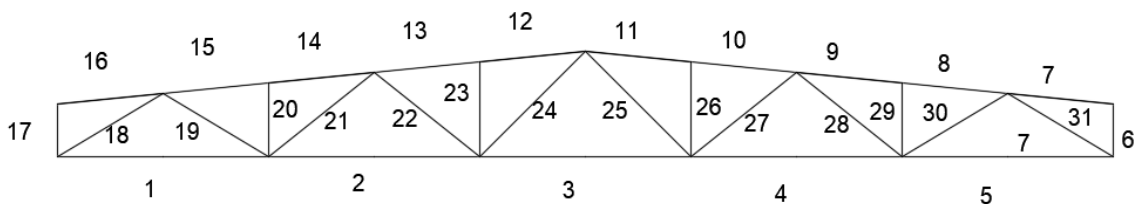


Ilustración 4. Numeración de barras.

Tabla 1. Resultados de fuerza ejercida en cada barra utilizando el método de secciones.

BARRAS		
N1	12929,69	TRACCIÓN
N2	18725,75	TRACCIÓN
N3	16162,11	TRACCIÓN
N4	18725,75	TRACCIÓN
N5	12929,69	TRACCIÓN
N6	-827,5	COMPRESIÓN
N7	0	-
N8	-17876,99	COMPRESIÓN
N9	-17876,99	COMPRESIÓN
N10	-18265,62	COMPRESIÓN
N11	-18265,62	COMPRESIÓN
N12	-18265,62	COMPRESIÓN
N13	-18265,62	COMPRESIÓN
N14	-17876,99	COMPRESIÓN
N15	-17876,99	COMPRESIÓN
N16	0	-
N17	-827,5	COMPRESIÓN
N18	-14921,2	COMPRESIÓN
N19	6397,03	TRACCIÓN
N20	-1655	COMPRESIÓN
N21	1527,1	TRACCIÓN
N22	-1004,94	COMPRESIÓN
N23	-1655	COMPRESIÓN
N24	2967,66	TRACCIÓN
N25	2967,66	TRACCIÓN
N26	-1655	COMPRESIÓN
N27	-1004,94	COMPRESIÓN
N28	1527,1	TRACCIÓN
N29	-1655	COMPRESIÓN
N30	6397,03	TRACCIÓN
N31	-14921,2	COMPRESIÓN

Tabla 2. Elección de perfiles.

BARRAS	RESISTENCIA (kg/cm ²)	PERFIL a(mm)	PERFIL t(mm)	A (cm ²)
N1	12929,69	60	5	10,1
N2	18725,75	80	6	14,4
N3	16162,11	80	6	14,4
N4	18725,75	80	6	14,4
N5	12929,69	60	5	10,1
N6	-827,5	40	4	5,21
N7	0	80	6	14,4
N8	-17876,99	80	6	14,4
N9	-17876,99	80	6	14,4
N10	-18265,62	80	6	14,4
N11	-18265,62	80	6	14,4
N12	-18265,62	80	6	14,4
N13	-18265,62	80	6	14,4
N14	-17876,99	80	6	14,4
N15	-17876,99	80	6	14,4
N16	0	80	6	14,4
N17	-827,5	40	4	5,21
N18	-14921,2	60	5	10,1
N19	6397,03	40	4	5,21
N20	-1655	40	4	5,21
N21	1527,1	40	4	5,21
N22	-1004,94	40	4	5,21
N23	-1655	40	4	5,21
N24	2967,66	40	4	5,21
N25	2967,66	40	4	5,21
N26	-1655	40	4	5,21
N27	-1004,94	40	4	5,21
N28	1527,1	40	4	5,21
N29	-1655	40	4	5,21
N30	6397,03	40	4	5,21
N31	-14921,2	60	5	10,1

Tabla 3. Datos de la zapata.

Datos geométricos	
a (base frontal)	2,2 m
b (base lateral)	2,1 m
h (altura peana inferior)	0,45m
H (altura total zapata)	1,5m
a0 (base frontal parte superior zapata)	0,5m
b0 (base lateral parte superior zapata)	0,5m

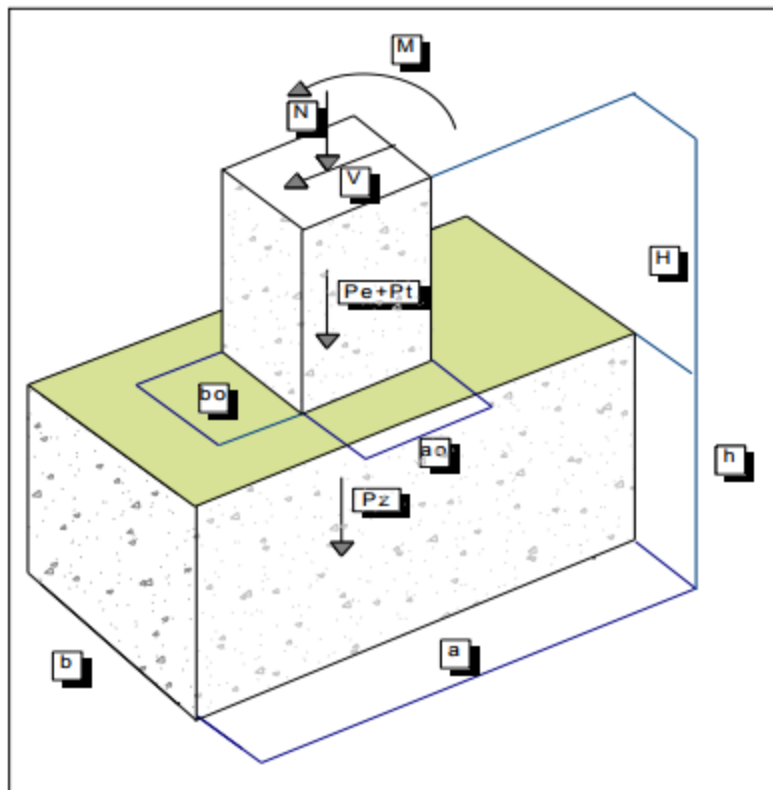


Ilustración 5. Modelo explicativo de zapata. Fuente: DIRAC.

7. INSTALACIONES

En el presente proyecto se ha diseñado las instalaciones eléctrica e hidráulica. Los respectivos cálculos y determinaciones de cada una de ella se incluyen en los anejos *Anejo nº1* y *Anejo nº2*.

7.1 INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

Para realizar una correcta instalación se ha detallado exactamente todos los receptores existentes en la nave, teniendo en cuenta el alumbrado, los motores y las tomas de corriente que se pretenden instalar; para mayor información se aconseja consultar el *Anejo nº1* y para la descripción gráfica el *Plano nº8*. Del mismo modo se añaden como planos de interés para la comprensión de la instalación los planos *Plano nº9*, *Plano nº10* y *Plano nº11*, donde se representan los esquemas unifilares del cuadro general de protección y de los cuadros secundarios correspondientes.

Con el conocimiento de las potencias de cada receptor y gracias al uso de las fórmulas expuestas en el *Anejo nº1*, se ha podido calcular la potencia que el transformador debía de suministrar, para así realizar la elección de un modelo con una potencia de 50 kVA. Una vez realizado el cálculo del transformador, solamente quedaría realizar el cálculo de la sección que cada línea con fin en un receptor determinado debe de tener.

Los criterios utilizados para el cálculo de esta línea son; el cálculo de la sección por calentamiento, el cálculo de la sección por caída de tensión y cálculo de la sección por cortocircuito. De forma detallada se explica el cálculo de cada línea por cada uno de los tres métodos en el *Anejo nº1*, eligiéndose finalmente el mayor resultado de sección calculado entre los tres métodos. A continuación, se muestra una tabla resumen con los resultados obtenidos para cada línea:

Tabla 4. Resultados de la sección comercial utilizada para cada línea.

LÍNEA	LINEA DESDE	LÍNEA HASTA	FASES	SECC COMERCIAL
L0	CT	CGP	3F+N	Cu 10
LCS1	CGP	CS1	3F+N	Cu 10
LCS2	CGP	CS2	3F+N	Cu 10
L1	CGP	Alumbrado cámara	F+N	Cu 6
L2	CGP	Alumbrado sala máq	F+N	Cu 6
L31	CGP	TC monofásica sala maquinas	F+N	Cu 6
L32	CGP	TC monofásica sala maquinas	F+N	Cu 6
L4	CS1	Alumbrado oficina	F+N	Cu 4
L51	CS1	TC monofásica oficina	F+N	Cu 6
L52	CS1	TC monofásica oficina	F+N	Cu 4
L53	CS1	TC monofásica oficina	F+N	Cu 4
L54	CS1	TC monofásica oficina	F+N	Cu 4
L55	CS1	TC monofásica oficina	F+N	Cu 4
L56	CS1	TC monofásica oficina	F+N	Cu 4
L6	CS1	Cepilladora	3F	Cu 6
L7	CS1	Calibradora	3F	Cu 6
L8	CS1	Alumbrado clasificación- limpieza	F+N	Cu 4
L91	CS1	Alumbrado pasillos 1	F+N	Cu 4

L92	CS1	Alumbrado pasillos 2	F+N	Cu 4
L101	CS2	TC mixta almacén	3F+N	Cu 1,5
L102	CS2	TC mixta almacén	3F+N	Cu 1,5
L11	CS2	Alumbrado almacen	F+N	Cu 1,5
L12	CS2	Alumbrado vestuario1	F+N	Cu 1,5
L13	CS2	Alumbrado vestuario 2	F+N	Cu 1,5
L141	CS2	TC monofásica ves 1	F+N	Cu 1,5
L142	CS2	TC monofásica ves 1	F+N	Cu 1,5
L151	CS2	TC monofásica vestuario 2	F+N	Cu 1,5
L152	CS2	TC monofásica vestuario 2	F+N	Cu 1,5
L16	CS2	Termo	F+N	Cu 10

CT: Centro de transformación

CGP: Cuadro general de protección

CS1: Cuadro secundario nº1

CS2: Cuadro secundario nº2

Téngase en cuenta que el símbolo Cu seguido del número que representa el tamaño de la sección hace referencia a que los cables son *XLPE sobre Cu* como tipo de cable único para el cálculo de estas secciones.

Para finalizar, en la puesta a tierra se elige un diferencial con sensibilidad 300 mA; el terreno en el que se asienta la nave, situado al lado del término municipal de Gandía, es de tipo limoso con una resistividad de 150 Ω . Tras los cálculos realizados que se pueden encontrar en el *Anejo*

nº1, al utilizar conductor desnudo bastaría con dar la longitud de conductor desnudo (perímetro del edificio), que es de 80 metros.

7.2 INSTALACIÓN HIDRÁULICA.

El cálculo de los diámetros de las tuberías desde la red pública de suministro, se ha realizado considerando las necesidades de caudal y presión mínima de funcionamiento para cada uno de los receptores, ya sean aparatos sanitarios, el calentador o a la cepilladora para la limpieza de los aguacates. Una vez calculados los diámetros mínimos se escogen los diámetros comerciales, los cuales se utilizarán para calcular la velocidad real que tiene el suministro dentro de las tuberías y las pérdidas de presión producidas en el mismo. Calculadas las pérdidas y conociendo la cota, altura y presión de la acometida, además de la cota de la nave, se calcula la presión resultante, que debe de ser mayor a la requerida. Ya que se cumple este requisito, no es necesario instalar una bomba para ejercer más presión en la instalación y poder ejercer un suministro suficiente; todos los cálculos se encuentran realizados de forma detallada en el *Anejo nº2*. A continuación, se exponen los resultados de forma esquemática y detallada en el *Plano nº13, Plano nº 15*.

Tabla 5. Resultados red de distribución de agua.

Línea	ETIQUETA	DN (mm)	D int (mm)	D int (m)	v real (m/s)	P req (mca)	Hr Perdidas (mca)	AHB acum (mca)	P result (mca)	Dif P (mca)
1	-	63	53,6	0,0536	1,24	5	1,14	1,14	19,86	14,86
2	TERMO	25	21,2	0,0212	1,70	15	0,71	1,85	19,15	4,15
3	-	63	53,6	0,0536	0,97	5	0,14	1,99	19,01	14,01
4	LAVABO	50	42,6	0,0426	1,12	10	0,02	2,02	18,98	8,98
5	INODORO	50	42,6	0,0426	1,05	10	0,06	2,08	18,92	8,92
6	CEPILLADORA	50	42,6	0,0426	0,98	18	0,19	2,27	18,73	0,73
7	-	32	27,2	0,0272	1,03	5	0,19	2,45	18,55	13,55
8	LAVABO	25	21,2	0,0212	1,13	10	0,06	2,51	18,49	8,49
9	DUCHA	20	17	0,017	1,32	10	0,03	2,54	18,46	8,46
10	INODORO	16	13,4	0,0134	0,71	10	0,13	2,67	18,33	8,33
11	DUCHA	16	13,4	0,0134	1,42	10	0,98	3,65	17,35	7,35

Con el mismo método se realiza el cálculo de la dimensión de las tuberías para la red de suministro ACS (Agua Caliente Sanitaria). En este caso, el agua parte del calentador hacia los distintos aparatos sanitarios; los cálculos seguidos están reflejados en el *Anejo nº* y aquí se muestran se forma resumida los resultados obtenidos:

Tabla 6. Resultados red ACS.

Línea	ETIQUETA	DN	D int (mm)	D int (m)	v real (m/s)	P req (mca)	Hr Perdidas	AHB acum	P result	Diferencia P
1	TERMO-BIFURC	20	16,4	0,0164	1,2499	5	2,41	2,41	33,59	28,59
2	LAVABO	12	8,4	0,0084	1,0830	10	0,19	2,60	33,40	23,40
3	-	20	16,4	0,0164	1,1200	5	0,48	3,09	32,91	27,91
4	LAVABO	12	8,4	0,0084	1,7255	10	1,03	4,11	31,89	21,89
5	DUCHA	12	8,4	0,0084	1,3433	10	0,14	4,25	31,75	21,75
6	DUCHA	12	8,4	0,0084	1,3433	10	2,64	6,89	29,11	19,11

Seguidamente, se debe de realizar el dimensionado de la red de evacuación de aguas residuales. Para el dimensionado de aguas residuales se debe de determinar el número de UDs correspondientes a cada aparato sanitario. Con esta determinación y bajo las directrices seguidas en el *Anejo nº3* se establecen los diámetros de los ramales colectores en 75 mm, de las bajantes de aguas residuales en 75 mm y de los colectores de aguas residuales en 63 mm. Del mismo modo, se dimensiona la red de evacuación de aguas pluviales. Dependiendo de la superficie de la nave se define que el número de sumideros debe de ser de 4, el diámetro de las bajantes de 110 mm y el de los colectores de 137.5 mm. Finalmente, el diámetro de los canalones de 250 mm, según el régimen pluviométrico de la zona en la que nos encontramos.


8. RESUMEN DEL PRESUPUESTO.

Capítulo	Importe (€)
1 Actuaciones previas	12.134,12
3 Acondicionamiento del terreno	76.791,08
4 Cimentaciones	6.801,04
5 Estructuras	70.399,96
6 Fachadas	55.991,88
7 Particiones	21.156,70
8 Instalaciones	43.569,81
9 Aislamientos e impermeabilizaciones	10.881,92
12 Señalización y equipamiento	3.463,12
13 Urbanización interior de la parcela	1.086,30
14 Gestión de residuos	1.584,00
16 Seguridad y salud	3.811,95
Presupuesto de ejecución material (PEM)	307.671,88
13% de gastos generales	39.997,34
6% de beneficio industrial	18.460,31
Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)	366.129,53
21% IVA	76.887,20
Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)	443.016,73

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de CUATROCIENTOS CUARENTA Y TRES MIL DIECISEIS EUROS CON SETENTA Y TRES CÉNTIMOS.

Valencia
Ingeniero agrónomo

Guillermo Negrete Ramírez de Arellano



ANEJOS A LA MEMORIA

ANEJOS A LA MEMORIA

ÍNDICE DE LOS ANEJOS

ANEJO Nº1; INSTALACIÓN ELÉCTRICA

ANEJO Nº2; INSTALACIÓN HIDRÁULICA

ANEJO Nº3; CONSTRUCCIÓN

ANEJO Nº1

INSTALACIÓN ELÉCTRICA

ÍNDICE ANEJO Nº1

1. INTRODUCCIÓN.	1
2. RECEPTORES NECESARIOS.	1
2.1. ZONA DE TRABAJO Y ALMACENAMIENTO.	1
2.1.1. Motores.	1
2.1.2. Alumbrado.	1
2.1.3. Tomas de corriente.....	2
2.2. ZONA DE OFICINAS, VESTUARIOS Y ALMACÉN.....	2
2.2.1. Alumbrado.....	2
2.2.2. Tomas de corriente.....	3
3. CÁLCULO DEL TRANSFORMADOR	4
4. CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE LÍNEAS.....	7
4.1. CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE LÍNEAS POR CALENTAMIENTO.....	7
4.1.1. Definición de cálculos	7
4.1.2. Resultados	10
4.2. CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE LÍNEAS POR CAÍDA DE TENSIÓN.	12
4.2.1. Definición de cálculos.....	12
4.2.2. Resultados.	14
4.3. CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE LÍNEAS POR CORTOCIRCUITO	15
4.3.1. Definición de cálculos	15
4.3.2. Resultados	17
4.3.3. Resultados finales	19
5. PUESTA A TIERRA	21
6. PROTECCIÓN FRENTE A SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS	22

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Características de los motores en la zona de trabajo.	1
Tabla 2. Características del alumbrado en la zona de trabajo y almacenamiento.	1
Tabla 3. Necesidades de iluminancia según norma UNE 12464.1	2
Tabla 4. Necesidades de iluminancia según norma UNE 12464.1	3
Tabla 5. Características del alumbrado en la zona de oficinas, vestuarios y almacén.	3
Tabla 6. Características de los transformadores trifásicos de potencia. Fuente: Formulario electrotecnia ETSIAMN.	5
Tabla 7. Potencias obtenidas para los tres cuadros (CGP, CS1 Y CS2)	5
Tabla 8. Intensidades máximas admisibles para líneas enterradas. Fuente: Formulario electrotecnia ETSIAMN.	9
Tabla 9. Corrección por cables multiconductores. Fuente: Formulario electrotecnia ETSIAMN.....	10
Tabla 10. Corrección por temperatura ambiente. Fuente: Formulario electrotecnia ETSIAMN.....	10
Tabla 11. Intensidades máximas. Fuente: Norma UNE 20460-5-523:2004	11
Tabla 12. Resultados de sección elegida para cálculo por calentamiento.	12
Tabla 13. Resistencias y reactancias de los cables eléctricos. Fuente: Formulario electrotecnia ETSIAMN.	13
Tabla 14. Resultados de sección elegida para cálculo por caída de tensión.	14
Tabla 15. Características de los transformadores. Fuente: PoliformaT UPV.	
Tabla 16. Elección de sección comercial para cortocircuito	17
Tabla 17. Elección de sección comercial definitiva.	17

1. INTRODUCCIÓN.

Una de las instalaciones de mayor importancia en el proyecto es la eléctrica, la cual debe ser capaz de suministrar energía suficiente a los distintos receptores de la nave como tomas de corriente, motores o alumbrado. Para realizar el dimensionado de dicha instalación se debe de conocer la naturaleza de los diferentes receptores, así como la de sus características que determinaran las secciones de las diferentes líneas eléctricas.

2. RECEPTORES NECESARIOS.

Teniendo en cuenta la situación de los diferentes receptores, se definen dos zonas diferentes en la distribución eléctrica en la nave.

2.1. ZONA DE TRABAJO Y ALMACENAMIENTO.

En esta zona los aguacates serán limpiados y clasificados tanto en la mesa de selección como en la calibradora, siendo seguidamente envasados en cajas de cartón con alveolos que serán directamente almacenados en la cámara frigorífica.

2.1.1. Motores.

En la zona de trabajo encontramos dos máquinas, una cepilladora, con el fin de limpiar la fruta y una calibradora, para clasificarla; ambas máquinas estarán accionadas por un motor con las siguientes características consultadas en los catálogos de los fabricantes:

Tabla 1. Características de los motores en la zona de trabajo.

	tension (V)	Potencia (kW)	cos	Rendimiento
Cepilladora	230	1,16	0,87	0,79
Calibradora	230	6,24	0,89	0,89

2.1.2. Alumbrado.

En el caso del alumbrado, se eligen luminarias en función de las necesidades expuestas por la norma europea UNE 12464.1 sobre la iluminación para interiores, la cual asigna los niveles de iluminación (lux) necesarios o aconsejados en relación a la labor que se va a desempeñar.

Tabla 2. Características eléctricas del alumbrado en la zona de trabajo y almacenamiento. Datos extraídos de Dialux

Zona (Nº de luminarias)	Potencia (kW)	Pot mayorada (kW)	cos	Flujo luminoso (lm)
Clasificación y limpieza (4)	944	1529,28	0,9	14774
Sala de máquinas (2)	42	68,04	0,9	2000
Cámara frigorífica (8)	880	1425,6	0,9	6078

Cada luminaria soporta una lámpara, exceptuando las lámparas de la cámara frigorífica que al ser 2x58W, esa luminaria soportará 2 lámparas. .

Para la instalación se han escogido lámparas de descarga de la marca Philips y categoría MASTERColour, y en cada zona hay modelos de lámpara diferentes:

- Zona de clasificación y limpieza se han escogido lámparas Philips modelo FCH481 4x60W
- Sala de máquinas se han escogido lámpara Philips modelo TMX400 1x24W
- Cámara frigorífica, lámparas Philips modelo TTX260 2x55W

La potencia mayorada se calcula porque al haber escogido lámparas de descarga, la propia potencia de la lámpara hay que mayorarla debido a que éstas lámparas tienen elementos que también consumen energía, como el balastro, entonces para tener en cuenta estos elementos que también absorben intensidad se mayor la potencia. El coeficiente de mayoración es 1,8 según de reglamento de baja tensión Tabla (2).

El flujo luminoso es referente al flujo total luminoso de las lámparas pertenecientes a cada espacio de la nave.

Tabla 3. Necesidades de iluminancia según norma UNE 12464.1

Nº Referencia en norma UNE	Actividad a realizar	Iluminancia (lux)
7.2 (Clasificación y lavado de productos)	Clasificación, limpieza y envasado	300
15.3 (Centrales de energía eléctrica)	Sala de máquinas	100
4.1 (Almacenes y cuarto de almacén)	Cámara frigorífica	100

2.1.3 Tomas de corriente.

Se van a instalar dos tomas de corriente monofásica, ambas situadas en la sala de máquinas.

2.2. ZONA DE OFICINAS, VESTUARIOS Y ALMACÉN.

En esa zona es donde se concentra el trabajo de oficinas, de los trabajadores y a su vez los vestuarios necesarios para la higiene de los operarios de la zona de trabajo. Del mismo modo se incluye el almacén de material de trabajo situado cerca de los mismos vestuarios.

2.2.1. Alumbrado.

En el caso del alumbrado, se eligen luminarias en función de las necesidades expuestas por la norma europea UNE 12464.1 sobre la iluminación para interiores, la cual asigna los niveles de iluminación (lux) necesarios o aconsejados en relación a la labor que se va a desempeñar.

Tabla 4. Necesidades de iluminancia según norma UNE 12464.1

Nº Referencia en norma UNE	Actividad a realizar	Iluminancia (lux)
1.2 (Escritura a máquina, lectura...)	Clasificación, limpieza y envasado	500
2.4 (Vestuarios, salas de lavado, servicios)	Sala de máquinas	200
4.1 (Almacenes y cuarto de almacen)	Cámara frigorífica	100
1.1 (Áreas de circulación y pasillos)	Pasillos	100

Tabla 5. Características del alumbrado en la zona de oficinas, vestuarios y almacén. Datos extraído del Dialux

Zona (Nº de luminarias)	Potencia (kW)	Pot mayorada (kW)	cos	Flujo luminoso (lm)
Oficinas (6)	432	699,84	0,9	2680
Vestuarios (6)	378	612,36	0,9	2000
Almacén (4)	336	544,32	0,9	1900
Pasillos (6)	707	1146,96	0,9	7921

Para esta instalación se han escogido también lámparas de descarga, siendo diferentes para las diferentes zonas, son lámparas de la marca Philips de la categoría MASTERColour:

- Para almacén y pasillos modelo TMX400 2x58W
- Para oficinas lámparas modelo TBH318 2x36W
- Para vestuarios lámparas modelo TBH375 1x58W

2.2.2. Tomas de corriente.

Se instalarán dos tomas de corriente mixta en el almacén de material de trabajo con el fin de conectar máquinas destinadas a la limpieza y mantenimiento de la planta. Del mismo modo se establecen seis tomas de corriente monofásica repartidas entre las dos oficinas y cuatro más repartidas entre los vestuarios. Las potencias de las tomas de corriente se calcularán en base a su potencia eléctrica y, en caso de que una línea alimente a varias tomas de corriente se le aplicará también un factor de utilización como el que sigue:

$$f = (0,1 + (0,9/Nt))$$

f: Factor de utilización

Nt: Número de tomas

3. CÁLCULO DEL TRANSFORMADOR

Con el fin de poder realizar el cálculo de las secciones de las líneas necesitaremos usar las diferentes fórmulas para saber la potencia necesaria en las líneas con tomas de corrientes y para líneas con receptores, la potencia de éstos se consulta en tablas.

De esta manera calcularemos la potencia aparente del transformador necesaria para el suministro de energía.

Fórmulas para calcular la potencia reactiva de los receptores y la potencia aparente del transformador:

$$Q = P * tg \varphi$$

$$S = \sqrt{(P^2 * Q^2)}$$

Q = potencia reactiva

S = potencia aparente del transformador

Habiéndose hecho uso de las fórmulas anteriormente expuestas, se han obtenido los datos de la Tabla 6 sobre las potencias obtenidas para el cuadro general de protección (CGP) y para los dos cuadros secundarios existentes (CS1 y CS2). Seguidamente, se realiza el cálculo necesario para conocer la potencia del transformador necesario; para ello utilizamos los valores Q y P obtenidos para el CGP.

$$S = \sqrt{(P^2 + Q^2)}$$

$$S = \sqrt{(30809,68^2 + 19482,46^2)} = 36452,75 \text{ VA}$$

Obtenido este valor, se mayor a 20% y resulta 43743,31 VA ; solamente se deberá de proceder a la elección de un transformador suficiente para soportar esta potencia. El transformador se selecciona de la siguiente tabla de características de transformadores:

Tabla 6. Características de los transformadores trifásicos de potencia.
Fuente: Formulario electrotecnia ETSIAMN.

Um kV	Potencia (kVA)	Pérdidas debidas a la carga a 75° C (W)	Pérdidas en vacío 100 % Un (W)	Tensión de cortocircuito %	Intensidad en vacío 100 % Un % (1)	Nivel de ruido dB(A) (2)	RENDIMIENTO A PLENA CARGA (%)		CAIDA DE TENSION A PLENA CARGA (%)	
							Cos φ 1,00	Cos φ 0,80	Cos φ 1,00	Cos φ 0,80
Hasta 24	25	700	110	4	4,20	44	96,76	95,95	2,84	3,96
	50	1.100	175		3,60	44	97,45	96,81	2,26	3,77
	100	1.750	300		2,80	48	97,95	97,44	1,81	3,57
	160	2.350	400		2,30	50	98,28	97,85	1,54	3,43
	250	3.250	610		1,80	52	98,46	98,07	1,37	3,33
	400	4.600	880		1,45	54	98,63	98,29	1,22	3,25
	630	6.500	1.230		1,30	56	98,77	95,47	1,11	3,17
	800	8.100	1.330	6	1,20	57	98,82	98,53	1,19	4,44
	1.000	10.500	1.540		1,05	57	98,80	98,50	1,22	4,47
	1.250	13.500	1.900		0,95	58	98,77	98,46	1,25	4,49
	1.600	17.000	2.260		0,85	58	98,80	98,50	1,24	4,48
	2.000	20.200	2.600		0,80	59	98,86	98,58	1,18	4,44
	2.500	26.500	3.400		0,75	61	98,80	98,51	1,23	4,47

Elegimos pues, el transformador modelo con una potencia de 50 kVA, mayor a la requerida, 43,74 kVA.

Tabla 7. Potencias obtenidas para los tres cuadros (CGP, CS1 Y CS2)

Línea nº	Línea desde	Línea hasta	Potencia unitaria mecánica (CV)	Potencia unitaria eléctrica (W)	Potencia total (W)	Potencia mayorada (W)	Potencia reactiva (Var)
L0	CT	CGP	-	-	-	30809,68	19482,46
LCS1	CGP	CS1	-	-	-	18467,72	11320,63
LCS2	CGP	CS2	-	-	-	10848,32	7590,66
L1	CGP	Alumbrado cámara	-	110	880	1425,6	690,39
L2	CGP	Alumbrado sala máq	-	21	42	68,04	32,95
L31	CGP	TC monofásica sala maquinas	-	2563,88	2563,88	2563,88	1922,92
L32	CGP	TC monofásica sala maquinas	-	2564,88	2564,88	2564,88	1923,92
L4	CS1		-	72	432	699,84	338,92

		Alumbrado oficina					
L51	CS1	TC monofásica oficina	-	2564,88	2564,88	2564,88	1923,92
L52	CS1	TC monofásica oficina	-	2564,88	2564,88	2564,88	1923,92
L53	CS1	TC monofásica oficina	-	2564,88	2564,88	2564,88	1923,92
L54	CS1	TC monofásica oficina	-	2564,88	2564,88	2564,88	1923,92
L55	CS1	TC monofásica oficina	-	2564,88	2564,88	2564,88	1923,92
L56	CS1	TC monofásica oficina	-	2564,88	2564,88	2564,88	1923,92
L6	CS1	Cepilladora	1,25	-	1164,57	1455,7	721,7
L7	CS1	Calibradora	7,5	-	6237,29	7796,6	3020,9
L8	CS1	Alumbrado clasificación-limpieza	-	236	944	1529,28	740,6
L91	CS1	Pasillos 1	-	117,83	353,5	573,48	277,73
L92	CS1	Pasillos 2	-	117,83	353,5	573,48	277,73
L101	CS2	TC almacén	-	2563,88	2563,88	2563,88	1922,92
L102	CS2	TC almacén	-	2563,88	2563,88	2563,88	1922,92
L11	CS2	Alumbrado almacen	-	84	336	544,32	263,6
L12	CS2		-	63	189	306,2	91,5

		Alumbrado vestuario1					
L13	CS2	Alumbrado vestuario 2	-	63	189	306,2	91,5
L141	CS2	TC monofásica ves 1	-	2563,88	2563,88	2563,88	1922,92
L142	CS2	TC monofásica ves 1	-	2563,88	2563,88	2563,88	1922,92
L151	CS2	TC monofásica vestuario 2	-	2563,88	2563,88	2563,88	1922,92
L152	CS2	TC monofásica vestuario 2	-	2563,88	2563,88	2563,88	1922,92
L16	CS2	Termo	-	2000	2000	2000	1079,59

4. CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE LAS LÍNEAS.

4.1. CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE LÍNEAS POR CALENTAMIENTO.

4.1.1. Definición de cálculos.

Para este procedimiento deberemos de calcular la intensidad que está circulando por la línea, seleccionando y corrigiendo después una sección elegida de las tablas de la intensidad admisible del RBT cuya intensidad admisible sea mayor a la calculada.

Para el correcto seguimiento de estas instrucciones se ha utilizado las ecuaciones siguientes que nos dan el valor de la intensidad calculada para cada línea, y a partir de la cual se seleccionará la sección de la línea en función de la intensidad admisible para cada sección.

- Para líneas trifásicas

$$I = \frac{S}{400 * \sqrt{3}}$$

- Para líneas monofásicas

$$I = \frac{S}{\sqrt{3}}$$

Para la LO, que está enterrada y va desde CT a CGP, la sección elegida se determina en obediencia a la tabla siguiente, teniendo en cuenta que la profundidad de soterramiento será de 0.7 metros, los cables irán directamente soterrados y con una temperatura máxima del terreno aproximada de 25°C. Se eligen cables de cobre unipolar con aislamiento XLPE.

Por tanto, al resultar una intensidad en esta línea de 63.14 A, seleccionamos Cu25 como sección previsible de esta LO según la siguiente tabla:

Tabla 8. Intensidades máximas admisibles para líneas enterradas. Fuente: Formulario electrotecnia ETSIAMN.

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto		
sección mm ²	Directamente soterrados 	En tubular soterrada
Aluminio		
25	95	82
50	135	115
95	200	175
150	260	230
240	340	305
Cobre		
25	125	105
50	185	155
95	260	225
150	340	300
240	445	400

Para las demás líneas, al tratarse todas de líneas interiores en la nave, se utiliza el mismo procedimiento de cálculo en todas, calculando la intensidad que circula por la línea y aplicando los factores de corrección por temperatura y por agrupamiento.

Las características de las líneas interiores serán: cables de cobre multipolares para las líneas trifásicas y unipolares para las monofásicas, algunos en capa única en una superficie perforada y otros empotrados o embutidos, con aislamiento XLPE.

Tabla 9. Corrección por agrupamiento. Fuente: Formulario electrotecnia ETSIAMN.

Disposición	Número de Circuitos o cables multiconductores							
	1	2	3	4	6	9	12	16
Agrupados en una superficie, empotrados o embutidos (métodos A y B)	1,00	0,80	0,70	0,70	0,55	0,50	0,45	0,40
Capa única sobre muros o bandejas no perforadas (método C)	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,70		
Capa única en techo (método C)	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,60		
Capa única en una superficie perforada vertical u horizontal (métodos E y F)	1,00	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70		
Capa única con apoyo de bandeja, escalera o abrazaderas (métodos E y F)	1,00	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80		

Tabla 10. Corrección por temperatura ambiente. Fuente: Formulario electrotecnia ETSIAMN.

Temperatura ambiente °C	PVC	XLPE Y EPR
10	1,22	1,15
15	1,17	1,12
20	1,12	1,08
25	1,06	1,04
30	1,00	1,00
35	0,94	0,96
40	0,87	0,91
45	0,79	0,87
50	0,71	0,82
55	0,61	0,76
60	0,50	0,71
65		0,65
70		0,58
75		0,50
80		0,41

Seguidamente, se decidirá la sección del cable a elegir. La sección de los cables se obtendrá al multiplicar los dos factores de corrección expuestos y la intensidad admisible para cada línea previamente. Este cálculo da una intensidad determinada, con la cual tendremos que ir a las tablas del RBT y escoger una sección que cumpla que la intensidad de la línea esté por debajo de la intensidad admisible.

Tabla 11. Intensidades máximas. Fuente: Norma UNE 20460-5-523:2004

A1		PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2						
A2	PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2							
B1				PVC3	PVC2		XLPE3		XLPE2			
B2			PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2					
C					PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2		
E						PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2	
F							PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2
Cobre												
1,5	13	13,5	14,5	15,5	17	18,5	19,5	22	23	24	26	
2,5	17,5	18	19,5	21	23	25	27	30	31	33	36	
4	23	24	26	28	31	34	36	40	42	45	49	
6	29	31	34	36	40	43	46	51	54	58	63	
10	39	42	46	50	54	60	63	70	75	80	86	
16	52	56	61	68	73	80	85	94	100	107	115	
25	68	73	80	89	95	101	110	119	127	135	149	161
35				110	117	126	137	147	158	169	185	200
50				134	141	153	167	179	192	207	225	242
70				171	179	196	213	229	246	268	289	310
95				207	216	238	258	278	298	328	352	377
120				239	249	276	299	322	346	382	410	437
150					285	318	344	371	395	441	473	504
185					324	362	392	424	450	506	542	575
240					380	424	461	500	538	599	641	679

4.1.2. Resultados

Tabla 12. Resultados de sección elegida para el cálculo por calentamiento

Línea nº	Desde	Hasta	Intensidad calculada (A)	Intensidad admisible (A)	Sección comercial
L0	CT	CGP	63,14	75	Cu10
LCS1	CGP	CS1	31,27	42	Cu4
LCS2	CGP	CS2	19,11	23	Cu1,5
L1	CGP	Alumbrado cámara	6,89	26	Cu1,5
L2	CGP	Alumbrado sala máq	0,33	26	Cu1,5
L31	CGP	TC monofásica sala maquinas	13,93	26	Cu1,5
L32	CGP	TC monofásica sala maquinas	13,94	26	Cu1,5
L4	CS1	Alumbrado oficina	3,38	26	Cu1,5
L51	CS1	TC monofásica oficina	13,94	26	Cu1,5
L52	CS1	TC monofásica oficina	13,94	26	Cu1,5
L53	CS1	TC monofásica oficina	13,94	26	Cu1,5
L54	CS1	TC monofásica oficina	13,94	26	Cu1,5
L55	CS1		13,94	26	Cu1,5

		TC monofásica oficina			
L56	CS1	TC monofásica oficina	13,94	26	Cu1,5
L6	CS1	Cepilladora	2,35	23	Cu1,5
L7	CS1	Calibradora	12,07	23	Cu1,5
L8	CS1	Alumbrado clasificación-limpieza	7,39	26	Cu1,5
L91	CS1	Pasillos 1	2,77	26	Cu1,5
L92	CS1	Pasillos 2	2,77	26	Cu1,5
L101	CS2	TC almacén	13,93	26	Cu1,5
L102	CS2	TC almacén	13,93	26	Cu1,5
L11	CS2	Alumbrado almacen	2,63	26	Cu1,5
L12	CS2	Alumbrado vestuario1	1,39	26	Cu1,5
L13	CS2	Alumbrado vestuario 2	1,39	26	Cu1,5
L141	CS2	TC monofásica ves 1	13,93	26	Cu1,5
L142	CS2	TC monofásica ves 1	13,93	26	Cu1,5
L151	CS2	TC monofásica vestuario 2	13,93	26	Cu1,5

L152	CS2	TC monofásica vestuario 2	13,93	26	Cu1,5
L16	CS2	Termo	3,28	23	Cu1,5

4.2. CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE LÍNEAS POR CAÍDA DE TENSIÓN.

4.2.1. Definición de cálculos.

Este cálculo está definido por la caída de tensión máxima permitida por la línea, siendo la del alumbrado de 4.5%, para motores de y resto de usos 6,5 %. Para el cálculo de la caída de tensión debemos de conocer la distancia desde el cuadro de origen hasta la línea estudiada y mayorarla por seguridad, además de seleccionar la resistencia (R) y la reactancia (X) de cada línea en función de la tabla 13 y de la sección obtenida en el cálculo por calentamiento y aplicar las fórmulas que se expresan a continuación:

Caída de tensión en una línea trifásica: $\delta = \sqrt{3} \cdot I \cdot (R \cdot \cos\varphi + X \cdot \sen\varphi)$

Caída de tensión en una línea monofásica: $\delta = 2 \cdot I \cdot (R \cdot \cos\varphi + X \cdot \sen\varphi)$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} \qquad \tag \varphi = \frac{Q}{P}$$

δ : Caída de tensión

R: Resistencia (Ω /Km)

X: Reactancia (Ω /Km)

P: Potencia activa (kW)

Q: Potencia reactiva (kVAR)

S: Potencia aparente (kVA)

I: Intensidad (A)

Tabla 13. Resistencias y reactancias de los cables eléctricos. Fuente: Formulario electrotecnia ETSIAMN.

SECC	∅ Cond+Ais	∅ Ext. Cabl. Unip	∅ Ext Cabl Mult	X Unipol.	X Multipol.	R (20°C)	R (20°C)	R (70°C)	R (70°C)	R (90 °C)	R (90 °C)
mm ²	mm	mm	mm	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km
Cu - Al	Cu - Al	Cu - Al	Cu - Al	Cu - Al	Cu - Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
								PVC	PVC	XLPE-EPR	XLPE-EPR
1,5	3,00	5,90	10,90	0,145	0,108	12,100	20,000	14,460	24,200	15,403	25,460
2,5	3,40	6,30	11,80	0,134	0,100	7,410	12,000	8,855	14,520	9,433	15,276
4	4,30	7,20	13,70	0,128	0,100	4,610	7,500	5,509	9,075	5,869	9,548
6	5,20	8,10	15,80	0,116	0,091	3,080	5,000	3,681	6,050	3,921	6,365
10	6,20	9,10	17,40	0,106	0,085	1,830	3,000	2,187	3,630	2,330	3,819
16	7,20	10,20	19,50	0,099	0,080	1,150	1,875	1,374	2,269	1,464	2,387
25	8,40	11,50	22,30	0,098	0,080	0,727	1,200	0,869	1,452	0,925	1,528
35	9,50	12,50	24,70	0,093	0,078	0,524	0,868	0,626	1,050	0,667	1,105
50	11,20	14,20	28,30	0,093	0,078	0,387	0,641	0,462	0,776	0,493	0,816
70	12,70	15,70	31,90	0,089	0,075	0,268	0,443	0,320	0,536	0,341	0,564
95	15,00	18,30	37,30	0,086	0,074	0,193	0,320	0,231	0,387	0,246	0,407
120	16,50	20,00	40,80	0,085	0,073	0,153	0,253	0,183	0,306	0,195	0,322
150	18,30	21,80	44,90	0,084	0,073	0,124	0,206	0,148	0,249	0,158	0,262
185	20,50	24,30	50,10	0,084	0,073	0,099	0,164	0,118	0,198	0,126	0,209
240	23,40	27,40	57,00	0,082	0,073	0,075	0,125	0,090	0,151	0,095	0,159
300	25,90	30,10	62,90	0,082	0,072	0,060	0,100	0,072	0,121	0,076	0,127
400	29,30	33,80	74,40	0,081	0,072	0,047	0,078	0,056	0,094	0,060	0,099
500	32,40	37,80	---	0,080	---	0,036	0,061	0,043	0,074	0,046	0,078

Así pues, con la reactancia y la resistencia seleccionadas y multiplicándolas por la longitud mayorada correspondiente, se procede al cálculo de la caída de tensión en la línea, pudiéndose hacer de dos maneras en función de si es monofásica o trifásica.

Finalmente se pasará a comparar si la caída de tensión calculada es menor a la establecida para cada tipo de receptor, aceptando la previsión hecha en el cálculo de la sección por calentamiento en el caso de que así sea.

4.2.2. Resultados.

En relación a los resultados de la caída calculada que superen a la permitida, se han seleccionado una sección comercial mayor a la supuesta en el cálculo por calentamiento para reducir la caída de tensión.

Tabla 14. Resultados de sección elegida para cálculo por caída de tensión.

Línea nº	Línea desde	Línea hasta	Caída permitida (%)	Caída calculada (%)	SECC COMERCIAL
L0	CT	CGP	6	0,1294	Cu10
LCS1	CGP	CS1	6	1,5404	Cu4
LCS2	CGP	CS2	6	0,3517	Cu1,5
L1	CGP	Alumbrado cámara	4.5	1,7894	Cu1,5

L2	CGP	Alumbrado sala máq	4.5	0,0195	Cu1,5
L31	CGP	TC monofásica sala maquinas	6	0,1691	Cu1,5
L32	CGP	TC monofásica sala maquinas	6	1,3535	Cu1,5
L4	CS1	Alumbrado oficina	4.5	0,4435	Cu1,5
L51	CS1	TC monofásica oficina	6	0,9593	Cu1,5
L52	CS1	TC monofásica oficina	6	1,0912	Cu1,5
L53	CS1	TC monofásica oficina	6	1,6699	Cu1,5
L54	CS1	TC monofásica oficina	6	1,0912	Cu1,5
L55	CS1	TC monofásica oficina	6	1,5734	Cu1,5
L56	CS1	TC monofásica oficina	6	1,6919	Cu1,5
L6	CS1	Cepilladora	6	0,122	Cu1,5
L7	CS1	Calibradora	6	0,549	Cu1,5
L8	CS1	Alumbrado clasificación-limpieza	4.5	1,1432	Cu1,5
L91	CS1	Alumbrado pasillos 1	4.5	0,9111	Cu1,5
L92	CS1	Alumbrado pasillos 2	4.5	0,4102	Cu1,5

L101	CS2	TC almacén	6	1,3952	Cu1,5
L102	CS2	TC almacén	6	2,0632	Cu1,5
L11	CS2	Alumbrado almacen	4.5	0,3648	Cu1,5
L12	CS2	Alumbrado vestuario1	4.5	0,1619	Cu1,5
L13	CS2	Alumbrado vestuario 2	4.5	0,2132	Cu1,5
L141	CS2	TC monofásica ves 1	6	1,2852	Cu1,5
L142	CS2	TC monofásica ves 1	6	1,1838	Cu1,5
L151	CS2	TC monofásica vestuario 2	6	1,801	Cu1,5
L152	CS2	TC monofásica vestuario 2	6	1,6979	Cu1,5
L16	CS2	Termo	6	0,082	Cu1,5

4.3. CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE LÍNEAS POR CORTOCIRCUITO.

4.3.1. Definición de cálculos.

Con el fin de calcular las secciones de las líneas por cortocircuito lo que deberemos de conocer es la potencia aparente del cortocircuito de la red de media tensión (S_k), que será de 350 MVA (consideración debida a que el proyecto se desarrolla en la zona de Levante, fato de la compañía distribuidora) y que llegará al transformador desde la red de media tensión.

Luego se calcula la impedancia de la red de distribución de media tensión referida a baja tensión, de esta manera:

Impedancia de la red de distribución en media tensión:

$$Z_k = 1.1 \frac{U^2}{S_k} \quad X_k = 0.995 Z_k \quad R_k = 0.1X_k$$

A continuación se calcula la impedancia del transformador con las fórmulas siguiente:

Impedancia del transformador:

$$Z_t = \frac{U_{cc}}{100} \cdot \frac{U^2}{S_t} \quad X_t = \sqrt{(Z_t^2 - R_t^2)} \quad R_t = \frac{P_c}{3 \cdot I^2}$$

Los datos del transformador son sacados de esta:

Tabla 15. Características de los transformadores. Fuente: PoliformaT UPV.

Um kV	Potencia (kVA)	Pérdidas debidas a la carga a 75° C (W)	Pérdidas en vacío 100 % Un (W)	Tensión de cortocircuito %	Intensidad en vacío 100 % Un % (1)	Nivel de ruido dB(A) (2)	RENDIMIENTO A PLENA CARGA (%)		CAIDA DE TENSION A PLENA CARGA (%)	
							Cos φ 1,00	Cos φ 0,80	Cos φ 1,00	Cos φ 0,80
Hasta 24	25	700	110	4	4,20	44	96,76	95,95	2,84	3,96
	50	1.100	175		3,60	44	97,45	96,81	2,26	3,77
	100	1.750	300		2,80	48	97,95	97,44	1,81	3,57
	160	2.350	400		2,30	50	98,28	97,85	1,54	3,43
	250	3.250	610		1,80	52	98,46	98,07	1,37	3,33
	400	4.600	880		1,45	54	98,63	98,29	1,22	3,25
	630	6.500	1.230		1,30	56	98,77	95,47	1,11	3,17
	800	8.100	1.330	1,20	57	98,82	98,53	1,19	4,44	
	1.000	10.500	1.540	1,05	57	98,80	98,50	1,22	4,47	
	1.250	13.500	1.900	0,95	58	98,77	98,46	1,25	4,49	
	1.600	17.000	2.260	0,85	58	98,80	98,50	1,24	4,48	
	2.000	20.200	2.600	0,80	59	98,86	98,58	1,18	4,44	
	2.500	26.500	3.400	0,75	61	98,80	98,51	1,23	4,47	

Seguimos con el cálculo de la impedancia total de la red hasta el lado de baja tensión del transformador:

$$R_{kt} = R_k + R_t$$

$$X_{kt} = X_k + X_t$$

$$Z_{kt} = \sqrt{R_{kt}^2 + X_{kt}^2}$$

Calculando finalmente la intensidad de cortocircuito en el lado de baja tensión de la red. Con esta fórmula habría que calcular la I_{cc} de cortocircuito para los diferentes tramos (I_{cc} CT, I_{cc} CGP, I_{cc} CS1, I_{cc} CS2):

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot Z}$$

Finalmente, con la intensidad de cortocircuito calculamos la sección (debiendo ser mayor la comercial elegida), siguiendo el cálculo por cortocircuito, las siguientes fórmula sabiendo que el valor de la constante K para cables XLPE y EPR sobre Cu es de 140.

Para la elección final de la sección se ha de tener en cuenta los 3 métodos, en el método que haya salido mayor sección será ésta la utilizada para la línea.

Cálculo de la sección por cortocircuito:

$$S = \frac{1}{k} \cdot I_{cc} \cdot \sqrt{t}$$

K: Valor constante para cables XLPE y EPR sobre Cu = 140

Z: Impedancia

I_{cc}: Intensidad cortocircuito en un punto de la red BT

U: Tensión (V)

t: Tiempo de actuación de las protecciones contra cortocircuitos= 0.5 s (Línea CT-CGP).

4.3.2. Resultados.

Tabla 16. Elección de sección comercial para cortocircuito.

Línea nº	Desde	Hasta	I _{cc} (A)	Secc calculada	Secc comercial
L0	CT	CGP	1798,82	9,09	10
LCS1	CGP	CS1	1798,82	9,09	10
LCS2	CGP	CS2	1798,82	9,09	10
L1	CGP	Alumbrado cámara	1003,95	5,07	6
L2	CGP	Alumbrado sala máq	1003,95	5,07	6

L31	CGP	TC monofásica sala maquinas	1003,95	5,07	6
L32	CGP	TC monofásica sala maquinas	1003,95	5,07	6
L4	CS1	Alumbrado oficina	552,29	2,79	4
L51	CS1	TC monofásica oficina	552,29	2,79	4
L52	CS1	TC monofásica oficina	552,29	2,79	4
L53	CS1	TC monofásica oficina	552,29	2,79	4
L54	CS1	TC monofásica oficina	552,29	2,79	4
L55	CS1	TC monofásica oficina	552,29	2,79	4
L56	CS1	TC monofásica oficina	552,29	2,79	4
L6	CS1	Cepilladora	960,51	4,85	6
L7	CS1	Calibradora	960,51	4,85	6
L8	CS1	Alumbrado clasificación- limpieza	552,29	2,79	4
L91	CS1	Pasillos 1	552,29	2,79	4
L92	CS1	Pasillos 2	552,29	2,79	4
L101	CS2	TC almacén	120,93	0,61	1,5

L102	CS2	TC almacén	120,93	0,61	1,5
L11	CS2	Alumbrado almacén	120,93	0,61	1,5
L12	CS2	Alumbrado vestuario1	120,93	0,61	1,5
L13	CS2	Alumbrado vestuario 2	120,93	0,61	1,5
L141	CS2	TC monofásica ves 1	120,93	0,61	1,5
L142	CS2	TC monofásica ves 1	120,93	0,61	1,5
L151	CS2	TC monofásica vestuario 2	120,93	0,61	1,5
L152	CS2	TC monofásica vestuario 2	120,93	0,61	1,5
L16	CS2	Termo	1359,11	6,86	10

4.3.2. Resultados finales.

Tabla 17. Elección de sección comercial definitiva.

Línea nº	Desde	Hasta	lcc (A)	Secc calculada	Secc comercial
L0	CT	CGP	1798,82	9,09	10
LCS1	CGP	CS1	1798,82	9,09	10

LCS2	CGP	CS2	1798,82	9,09	10
L1	CGP	Alumbrado cámara	1003,95	5,07	6
L2	CGP	Alumbrado sala máq	1003,95	5,07	6
L31	CGP	TC monofásica sala maquinas	1003,95	5,07	6
L32	CGP	TC monofásica sala maquinas	1003,95	5,07	6
L4	CS1	Alumbrado oficina	552,29	2,79	4
L51	CS1	TC monofásica oficina	552,29	2,79	4
L52	CS1	TC monofásica oficina	552,29	2,79	4
L53	CS1	TC monofásica oficina	552,29	2,79	4
L54	CS1	TC monofásica oficina	552,29	2,79	4
L55	CS1	TC monofásica oficina	552,29	2,79	4
L56	CS1	TC monofásica oficina	552,29	2,79	4
L6	CS1	Cepilladora	960,51	4,85	6
L7	CS1	Calibradora	960,51	4,85	6
L8	CS1		552,29	2,79	4

		Alumbrado clasificación- limpieza			
L91	CS1	Pasillos 1	552,29	2,79	4
L92	CS1	Pasillos 2	552,29	2,79	4
L101	CS2	TC almacén	120,93	0,61	1,5
L102	CS2	TC almacén	120,93	0,61	1,5
L11	CS2	Alumbrado almacen	120,93	0,61	1,5
L12	CS2	Alumbrado vestuario1	120,93	0,61	1,5
L13	CS2	Alumbrado vestuario 2	120,93	0,61	1,5
L141	CS2	TC monofásica ves 1	120,93	0,61	1,5
L142	CS2	TC monofásica ves 1	120,93	0,61	1,5
L151	CS2	TC monofásica vestuario 2	120,93	0,61	1,5
L152	CS2	TC monofásica vestuario 2	120,93	0,61	1,5
L16	CS2	Termo	1359,11	6,86	10

5. CÁLCULO PUESTA A TIERRA

Se elige un diferencial con sensibilidad 300 mA; el terreno en el que se asienta la nave, situado

en el municipio de Gandía es de tipo limoso con una resistividad de 150 Ω . Para la toma de tierra se ha elegido un conductor de cobre de 35 mm² y picas con una altura de 2 m, además de una planta de cimentación de 50 m.

Al utilizar conductor desnudo bastaría con dar la longitud de conductor desnudo (perímetro del edificio) y comprobar el valor de R_t .

$$L = \frac{\varphi}{R_t}$$

L: Longitud necesaria = Perímetro = 80 m

φ : Resistividad del terreno = 150 Ω

R_t : Resistencia de tierra máxima = 167 Ω

$$R_{t\text{calculada}} = \frac{150}{80}$$

$$R_{t\text{calculada}} = 1.874 \Omega$$

$$R_{t\text{calculada}} < R_t$$

6. PROTECCIONES FRENTE A SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS

Éstas protecciones quedan definidas en los planos correspondientes a los esquemas unifilares: *Plano nº9, Plano nº10 y Plano nº11.*

ANEJO Nº2

INSTALACIÓN HIDRÁULICA

ÍNDICE ANEJO N°3

1. INTRODUCCIÓN	1
2. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE SUMINISTRO	1
2.1. RED DE DISTRICIÓN DE AGUA	1
2.1.1. Cálculos realizados.....	1
2.1.2. Resultados	4
2.2. DISEÑO DE LA REDES DE ACS	4
2.2.1. Cálculos realizados	4
2.2.2. Resultados	7
3. DIMENSIONADO DE LA RED DE EVACUACIÓN DE AGUA RESIDUALES	8
3.1. RED DE PEQUEÑA EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES	8
3.1.1. Diámetros de los ramales	9
3.1.2. Diámetros de las bajantes de aguas residuales	9
3.1.3. Diámetros de los colectores horizontales de aguas residuales	9
4. DIMENSIONADO DE LA RED DE EVACUACIÓN DE AGUA PLUVIALES	10
4.1. CANTIDAD DE SUMIDEROS	10
4.2. DIÁMETRO DE LOS CANALONES	11
4.3. DIÁMETRO DE LAS BAJANTES DE AGUAS PLUVIALES	11

ÍNDICE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato. Fuente: CTE DB HS 5. 5

Ilustración 2. Mapa de isoyetas y zonas pluviométricas. Fuente: CTE DB HS 5..... 15

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Cálculo de los diámetros teóricos necesarios.	2
Tabla 2. Diámetros interiores. Tuberías de polietileno reticulado. PE-X.	2
Tabla 3. Presiones requeridas según acción de tubería.	3
Tabla 4. Datos de la red de distribución del agua.	3
Tabla 5. Resultados para la red de instalación de agua.	4
Tabla 6. Cálculo de los diámetros teóricos necesarios red de distribución.	4
Tabla 7. Diámetros interiores. Tuberías de polipropileno.	6
Tabla 8. Datos de la red ACS.	6
Tabla 9. Cálculo de los diámetros teóricos necesarios ACS.....	7
Tabla 10.UDs correspondientes a los distinto aparatos sanitarios. Fuente: CTE DB HS 5.	8
Tabla 11. Diámetros de ramales entre aparatos y bajante. Fuente: CTE DB HS 5.	8
Tabla 12. Diámetro de las bajantes. Fuente: CTE DB HS 5.	9
Tabla 13. Diámetro de los colectores. Fuente: CTE DB HS 5.	9
Tabla 14. Número de sumideros. Fuente: CTE DB HS 5.	10
Tabla 15. Diámetro del canalón para un régimen de 100 mm/h. Fuente: CTE DB HS 5.	10
Tabla 16. Intensidad Pluviométrica i (mm/h). Fuente: CTE DB HS 5.	11
Tabla 17. Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para 100 mm/h. Fuente: CTE DB HS 5.....	11
Tabla 18. Diámetro de los colectores de aguas pluviales para 100 mm/h. Fuente: CTE DB HS 5.....	12

1. INTRODUCCIÓN

Instalación de suma importancia es la hidráulica, la cual debe ser capaz de suministrar agua suficiente a los distintos aparatos sanitarios y del mismo modo, ser capaz de evacuar aguas que carecen de interés. El presente anejo busca la explicación y justificación de cálculos realizados para el dimensionado de la instalación, así como de la elección de los distintos materiales y sus tamaños.

2. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE SUMINISTRO

Para el diseño de la instalación hidráulica se necesitará trazar una red de suministro que provea de agua a todos los aparatos sanitarios, para ellos se realizan cálculos tanto de la red de distribución, como de las redes de ACS (Suministro de Agua Caliente Sanitaria).

2.1 RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA

2.1.1. Cálculos realizados

Para la determinación del tamaño de las tuberías a escoger, se debe de tener en cuenta un diámetro teórico mínimo que hay que calcular. Para conseguirlo se debe de tener en cuenta el caudal que cada línea necesita y la simultaneidad que debe de poder asumir para el correcto funcionamiento de la instalación.

La demanda de cada aparato sanitario se decide según el siguiente cuadro:

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm ³ /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm ³ /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinarios con grifo temporizado	0,15	-
Urinarios con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40

Ilustración 1. Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato. Fuente: CTE DB HS 5.

Conocido el caudal real que viaja por cada línea, se calcula el diámetro teórico necesario, (sabiendo que la velocidad considerada es de 1,5 m/s) que sigue la siguiente ecuación:

$$Diametro\ teórico(m) = \sqrt{\frac{4 * Q_{línea}}{\pi * Velocidad}}$$

Q_{línea}: Caudal de agua que viaja en cada línea.

Tabla 1. Cálculo de los diámetros teóricos necesarios.

Línea	NUD +	NUD -	ETIQUETA	Long (m)	Dem (l/s)	Q lin (l/s)	Q (m ³ /s)	Diam. Teorico(m)	v (m/s)
1	1	2	-	30		2,79	0,00279	0,049	1,5
2	2	3	TERMO	3,45	0,6	0,6	0,0006	0,023	1,5
3	2	4	-	5,85		2,19	0,00219	0,043	1,5
4	4	5	LAVABO	0,6	0,1	1,59	0,00159	0,037	1,5
5	5	6	INODORO	1,7	0,1	1,49	0,00149	0,036	1,5
6	6	7	CEPILLADORA	5,7	1,39	1,39	0,00139	0,034	1,5
7	4	8	-	3		0,6	0,0006	0,023	1,5
8	8	9	LAVABO	0,6	0,1	0,4	0,0004	0,018	1,5
9	9	10	DUCHA	0,2	0,2	0,3	0,0003	0,016	1,5
10	10	11	INODORO	1,7	0,1	0,1	0,0001	0,009	1,5
11	8	12	DUCHA	3,8	0,2	0,2	0,0002	0,013	1,5

Una vez que se ha obtenido el diámetro teórico necesario, se deberá calcular aquel que mejor se ajuste a las necesidades del mismo, calculando seguidamente la velocidad real a la que viajará el agua por dentro del material elegido y conociendo la presión requerida.

Para el caso presente, se elige como material de las tuberías el Polietileno reticulado PE-X y se elige de la siguiente tabla, el diámetro nominal (DN) e interior inmediatamente superior al requerido por cada línea.

Tabla 2. Diámetros interiores. Tuberías de polietileno reticulado. PE-X.

Serie Tubo S	6,3		5		4		3,2	
SDR	13,6		11		9		7,4	
PN (bar)	4		6		8		10	
DN	e (mm)	Di (mm)	e (mm)	Di (mm)	e (mm)	Di (mm)	e (mm)	Di (mm)
12			1,3	9,4	1,4	9,2	1,7	8,6
16	1,3	13,4	1,5	13,0	1,8	12,4	2,2	11,6
20	1,5	17,0	1,9	16,2	2,3	15,4	2,8	14,4
25	1,9	21,2	2,3	20,4	2,8	19,4	3,5	18,0
32	2,4	27,2	2,9	26,2	3,6	24,8	4,4	23,2
40	3,0	34,0	3,7	32,6	4,5	31,0	5,5	29,0
50	3,7	42,6	4,6	40,8	5,6	38,8	6,9	36,2
63	4,7	53,6	5,8	51,4	7,1	48,8	8,6	45,8
75	5,6	63,8	6,8	61,4	8,4	58,2	10,3	54,4
90	6,7	76,6	8,2	73,6	10,1	69,8	12,3	65,4
110	8,1	93,8	10,0	90,0	12,3	85,4	15,1	79,8
125	9,2	106,6	11,4	102,2	14,0	97,0	17,1	90,8
140	10,3	119,4	12,7	114,6	15,7	108,6	19,2	101,6
160	11,8	136,4	14,6	130,8	17,9	124,2	21,9	116,2

Tabla 3. Presiones requeridas según acción de tubería.

Presión requerida tomas	10 m
Presión requerida calentador	15 m
Presión requerida uniones	5 m
Presión requerida cepilladora	18m

Tabla 4. Datos de la red de distribución del agua.

Velocidad	1,5 m/s
Presión (P) acometida	25 mca
Cota (Z) acometida	9 m
Cota (Z) nave	11 m
K mayorante i	1,3
Altura (h) acometida	2

A continuación, se exponen las ecuaciones utilizadas para el cálculo de las velocidades reales de circulación, las pérdidas producidas y la presión resultante, que debe de ser menos a la requerida.

$$V_{real} = \frac{4 * Q_{linea} \left(\frac{m^3}{s}\right)}{\pi * Diámetro\ interior\ (m^2)}$$

Fórmula de Veronesse – Datei, utilizada para el cálculo de las pérdidas de carga en cada línea.

$$\Delta h = \frac{0.000092 * km * longitud * Q_{linea} \left(\frac{m^3}{s}\right)^{1.8}}{Diámetro\ interior^{4.8}}$$

$$Presión\ resultante = Pa + Za - Zn - Pac - ha$$

Pa: Presión de la acometida

Za: Cota de la acometida

Zn: Cota de la nave

Pac: Pérdidas acumuladas

ha: Altura de la acometida

Se comprobará que la presión resultante es mayor a la requerida y de esa forma se podrá afirmar que no existe déficit alguno.

$$\Delta Presión = Presión\ resultante - Presión\ requerida$$

2.1.3. Resultados

Tabla 5. Resultados para la red de instalación de agua fría.

Línea	ETIQUETA	DN (mm)	D int (mm)	D int (m)	v real (m/s)	P req (mca)	Hr Perdidas (mca)	AHB acum (mca)	P result (mca)	Dif P (mca)
1	-	63	53,6	0,0536	1,24	5	1,14	1,14	19,86	14,86
2	TERMO	25	21,2	0,0212	1,70	15	0,71	1,85	19,15	4,15
3	-	63	53,6	0,0536	0,97	5	0,14	1,99	19,01	14,01
4	LAVABO	50	42,6	0,0426	1,12	10	0,02	2,02	18,98	8,98
5	INODORO	50	42,6	0,0426	1,05	10	0,06	2,08	18,92	8,92
6	CEPILLADORA	50	42,6	0,0426	0,98	18	0,19	2,27	18,73	0,73
7	-	32	27,2	0,0272	1,03	5	0,19	2,45	18,55	13,55
8	LAVABO	25	21,2	0,0212	1,13	10	0,06	2,51	18,49	8,49
9	DUCHA	20	17	0,017	1,32	10	0,03	2,54	18,46	8,46
10	INODORO	16	13,4	0,0134	0,71	10	0,13	2,67	18,33	8,33
11	DUCHA	16	13,4	0,0134	1,42	10	0,98	3,65	17,35	7,35

2.2. DISEÑO DE LA REDES DE ACS

2.2.1. Cálculos realizados

Para la determinación del tamaño de las tuberías a escoger, se debe de tener en cuenta un diámetro teórico mínimo que hay que calcular. Para conseguirlo se debe de tener en cuenta el caudal que cada línea necesita y la simultaneidad que debe de poder asumir para el correcto funcionamiento de la instalación. La demanda de cada aparato sanitario se decide según la *Ilustración 2*. Con estos caudales instantáneos mínimos, se conoce la demanda de cada línea que, conocida, se calcula el diámetro teórico necesario, (sabiendo que la velocidad considerada es de 1,5 m/s, siguiendo la ecuación del diámetro teórico anteriormente expuesta.

Tabla 6. Cálculo de los diámetros teóricos necesarios red de distribución.

Línea	NUD +	NUD -	ETIQUETA	Long (m)	Dem (l/s)	Q lin (l/s)	Q (m3/s)	Diam. Teorico(m)	v (m/s)
1	1	2	TERMO-BIFURC	10,05	-	0,33	0,00033	0,0167	1,5
2	2	3	LAVABO	0,61	0,065	0,065	0,000065	0,0074	1,5
3	2	4	-	3	-	0,265	0,000265	0,0150	1,5
4	4	5	LAVABO	0,6	0,065	0,165	0,000165	0,0118	1,5
5	5	6	DUCHA	0,2	0,1	0,1	0,0001	0,0092	1,5
6	4	7	DUCHA	3,8	0,1	0,1	0,0001	0,0092	1,5

Una vez que se han obtenido el diámetro teórico necesario, se deberá de proceder a calcular aquel que mejor se ajuste a las necesidades del mismo, calculando seguidamente la velocidad real a la que viajará el agua por dentro del material elegido y conociendo la presión requerida.

Para el caso presente, se elige como material de las tuberías el Polipropileno y se elige de la tabla que sigue el diámetro nominal (DN) e interior inmediatamente superior al requerido por cada línea. Para todo esto, se utilizará los datos proporcionados por las siguientes tablas, aparte de los de la *Tabla 3*. Cabe destacar que la presión del calentador elegido es igual a 4 bar, es decir, 40,8 mca, superior a los 32,3 mca necesarios.

Tabla 7. Diámetros interiores. Tuberías de polipropileno.

S	20		16		12,5		8,3		8		5		3,2		2,5	
SDR	41		33		26		17,6		17		11		7,4		6	
PN PP-H (bar)	2,5		3		4		6		6		10		16		20	
PN PP-R (bar)	2		2,5		3		5		5		8		12,5		16	
DN	e	Di	e	Di	e	Di	e	Di	e	Di	e	Di	e	Di	e	Di
12											1,8	8,4	1,8	8,4	2,0	8,0
16											1,8	12,4	2,2	11,6	2,7	10,6
20							1,8	16,4	1,8	16,4	1,9	16,2	2,8	14,4	3,4	13,2
25							1,8	21,4	1,8	21,4	2,3	20,4	3,5	18,0	4,2	16,6
32							1,9	28,2	1,9	28,2	2,9	26,2	4,4	23,2	5,4	21,2
40					1,8	36,4	2,3	35,4	2,4	35,2	3,7	32,6	5,5	29,0	6,7	26,6
50	1,8	46,4	1,8	46,4	2,0	46,0	2,9	44,2	3,0	44,0	4,6	40,8	6,9	36,2	8,3	33,4
63	1,8	59,4	2,0	59,0	2,5	58,0	3,6	55,8	3,8	55,4	5,8	51,4	8,6	45,8	10,5	42,0
75	1,9	71,2	2,3	70,4	2,9	69,2	4,3	66,4	4,5	66,0	6,8	61,4	10,3	54,4	12,5	50,0
90	2,2	85,6	2,8	84,4	3,5	83,0	5,1	79,8	5,4	79,2	8,2	73,6	12,3	65,4	15,0	60,0
110	2,7	104,6	3,4	103,2	4,2	101,6	6,3	97,4	6,6	96,8	10,0	90,0	15,1	79,8	18,3	73,4
125	3,1	118,8	3,9	117,2	4,8	115,4	7,1	110,8	7,4	110,2	11,4	102,2	17,1	90,8	20,8	83,4
140	3,5	133,0	4,3	131,4	5,4	129,2	8,0	124,0	8,3	123,4	12,7	114,6	19,2	101,6	23,3	93,4
160	4,0	152,0	4,9	150,2	6,2	147,6	9,1	141,8	9,5	141,0	14,6	130,8	21,9	116,2	26,6	106,8
180	4,4	171,2	5,5	169,0	6,9	166,2	10,2	159,6	10,7	158,6	16,4	147,2	24,6	130,8	29,9	120,2
200	4,9	190,2	6,2	187,6	7,7	184,6	11,4	177,2	11,9	176,2	18,2	163,6	27,4	145,2	33,2	133,6
225	5,5	214,0	6,9	211,2	8,6	207,8	12,8	199,4	13,4	198,2	20,5	184,0	30,8	163,4	37,4	150,2
250	6,2	237,6	7,7	234,6	9,6	230,8	14,2	221,6	14,8	220,4	22,7	204,6	34,2	181,6		
280	6,9	266,2	8,6	262,8	10,7	258,6	15,9	248,2	16,6	246,8	25,4	229,2	38,3	203,4		
315	7,7	299,6	9,7	295,6	12,1	290,8	17,9	279,2	18,7	277,6	28,6	257,8	43,1	228,8		
355	8,7	337,6	10,9	333,2	13,6	327,8	20,1	314,8	21,1	312,8	32,2	290,6	48,5	258,0		
400	9,8	380,4	12,3	375,4	15,3	369,4	22,7	354,6	23,7	352,6	36,3	327,4	54,7	290,6		
450	11,0	428,0	13,8	422,4	17,2	415,6	25,5	399,0	26,7	396,6	40,9	368,2				
500	12,3	475,4	15,3	469,4	19,2	461,6	28,3	443,4	29,7	440,6	45,4	409,2				
560	13,7	532,6	17,2	525,6	21,4	517,2	31,7	496,6	33,2	493,6	50,8	458,4				
630	15,4	599,2	19,3	591,4	24,1	581,8	35,7	558,6	37,4	555,2						
710	17,4	675,2	21,8	666,4	27,2	655,6	40,2	629,6	42,1	625,8						
800	19,6	760,8	24,5	751,0	30,6	738,8	45,3	709,4	47,4	705,2						
900	22,0	856,0	27,6	844,8	34,4	831,2	51,0	798,0								
1000	24,5	951,0	30,6	938,8	38,2	923,6										
1200	29,4	1141,2	36,7	1126,6	45,9	1108,2										
1400	34,3	1331,4	42,9	1314,2	53,5	1293,0										
1600	39,2	1521,6	49,0	1502,0	61,2	1477,6										

Tabla 8. Datos de la red ACS.

Velocidad 1,5 m/s	1,5 m/s
Presión calentador (mca)	15
Cota calentador	13
Cota nave	11
K mayorante 1,3	1,3
Altura calentador 2 m	2 m

Finalmente se calcularán las velocidades reales y las pérdidas para cada línea, así como la presión final, todo según las fórmulas expuestas anteriormente en el apartado de red de circulación. Se comprobará que la presión resultante es mayor a la requerida y de esa forma se podrá afirmar que no existe déficit alguno.

2.3.3. Resultados

Tabla 9. Cálculo de los diámetros teóricos necesarios ACS.

Línea	ETIQUETA	DN	D int (mm)	D int (m)	v real (m/s)	P req (mca)	Hr Perdidas	AHB acum	P result	Diferencia P
1	TERMO-BIFURC	20	16,4	0,0164	1,2499	5	2,41	2,41	33,59	28,59
2	LAVABO	12	8,4	0,0084	1,0830	10	0,19	2,60	33,40	23,40
3	-	20	16,4	0,0164	1,1200	5	0,48	3,09	32,91	27,91
4	LAVABO	12	8,4	0,0084	1,7255	10	1,03	4,11	31,89	21,89
5	DUCHA	12	8,4	0,0084	1,3433	10	0,14	4,25	31,75	21,75
6	DUCHA	12	8,4	0,0084	1,3433	10	2,64	6,89	29,11	19,11

3. DIMENSIONADO DE LA RED DE EVACUACIÓN DE AGUA RESIDUALES

3.1. RED DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

Se estipula el número de UD en 20; 5 por cada inodoro, 2 por cada lavabo y 3 por cada ducha, habiendo dos de cada aparato enumerado, siendo las secciones validas de 100, 40 y 50 mm respectivamente, cuya longitud de los ramales individuales son iguales a 1,5 m.

Los sifones son individuales y tendrán el mismo diámetro que la válvula de desagüe conectada. Se adjudica la cantidad de UD en función del tipo y número de aparatos que tenemos:

Tabla 10. UDs correspondientes a los distintos aparatos sanitarios. Fuente: CTE DB HS 5.

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe UD		Diámetro mínimo sifón y derivación individual (mm)		
	Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público	
Lavabo	1	2	32	40	
Bidé	2	3	32	40	
Ducha	2	3	40	50	
Bañera (con o sin ducha)	3	4	40	50	
Inodoro	Con cisterna	4	5	100	100
	Con fluxómetro	8	10	100	100
Urinario	Pedestal	-	4	50	
	Suspendido	-	2	40	
	En batería	-	3.5	-	
Fregadero	De cocina	3	6	40	50
	De laboratorio, restaurante, etc.	-	2	-	40
Lavadero	3	-	40	-	
Vertedero	-	8	-	100	
Fuente para beber	-	0.5	-	25	
Sumidero sifónico	1	3	40	50	
Lavavajillas	3	6	40	50	
Lavadora	3	6	40	50	
Cuarto de baño (lavabo, inodoro, bañera y bidé)	Inodoro con cisterna	7	-	100	-
	Inodoro con fluxómetro	8	-	100	-
Cuarto de aseo (lavabo, inodoro y ducha)	Inodoro con cisterna	6	-	100	-
	Inodoro con fluxómetro	8	-	100	-

3.1.1. Diámetros de los ramales

Además, se establece el diámetro de los ramales colectores en 75 mm, función de las unidades de desagüe y la pendiente del ramal colector, que es del 2%.

Tabla 11. Diámetros de ramales entre aparatos y bajante. Fuente: CTE DB HS 5.

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
Pendiente			
1 %	2 %	4 %	
-	1	1	32
-	2	3	40
-	6	8	50
-	11	14	63
-	21	28	75
47	60	75	90
123	151	181	110
180	234	280	125
438	582	800	160
870	1.150	1.680	200

3.1.2. Diámetros de las bajantes de aguas residuales

Con el número de UDs total (20), es considerado un diámetro de bajantes de 75 mm debido a que nuestra nave solo tiene una planta.

Tabla 12. Diámetro de las bajantes. Fuente: CTE DB HS 5.

Máximo número de UD, para una altura de bajante de:		Máximo número de UD, en cada ramal para una altura de bajante de:		Diámetro (mm)
Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	
10	25	6	6	50
19	38	11	9	63
27	53	21	13	75
135	280	70	53	90
360	740	181	134	110
540	1.100	280	200	125
1.208	2.240	1.120	400	160
2.200	3.600	1.680	600	200
3.800	5.600	2.500	1.000	250
6.000	9.240	4.320	1.650	315

3.1.3. Diámetros de los colectores horizontales de aguas residuales

Nuevamente, se establece el diámetro de los colectores horizontales en función de las unidades de desagüe y de la pendiente, que es del 2%. En este caso el diámetro es de 63 mm.

Pero teniendo en cuenta que tenemos inodoros, para los cuales DN mínimo es de 100, todo lo que se recoja a partir de estos ha de ser DN100.

Tabla 13. Diámetro de los colectores. Fuente: CTE DB HS 5.

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
Pendiente			
1 %	2 %	4 %	
-	20	25	50
-	24	29	63
-	38	57	75
96	130	160	90
264	321	382	110
390	480	580	125
880	1.056	1.300	160
1.600	1.920	2.300	200
2.900	3.500	4.200	250
5.710	6.920	8.290	315
8.300	10.000	12.000	350

4. DIMENSIONADO DE LA RED DE EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES

4.1. CANTIDAD DE CANALONES

Se decide que el número de sumideros sea de 4, debido a que la superficie de cubierta en proyección horizontal es de 400 m².

Tabla 14. Número de sumideros. Fuente: CTE DB HS 5.

Superficie de cubierta en proyección horizontal (m ²)	Número de sumideros
S < 100	2
100 ≤ S < 200	3
200 ≤ S < 500	4
S > 500	1 cada 150 m ²

4.2. DIÁMETRO DE LOS CANALONES

Se establece el diámetro nominal del canalón en 150 mm para un régimen pluviométrico de 135 mm/h, considerando la pendiente del mismo del 2%.

Tabla 15. Diámetro del canalón para un régimen de 100 mm/h. Fuente: CTE DB HS 5.

Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m ²)				Diámetro nominal del canalón (mm)
Pendiente del canalón				
0.5 %	1 %	2 %	4 %	
35	45	65	95	100
60	80	115	165	125
90	125	175	255	150
185	260	370	520	200
335	475	670	930	250

Seguidamente se deberá aplicar un factor de corrección, ya que la intensidad pluviométrica a considerar en el caso que se ocupa es de 135 mm/h, según el mapa siguiente, ya que el municipio en cuestión es Gandía (Valencia).

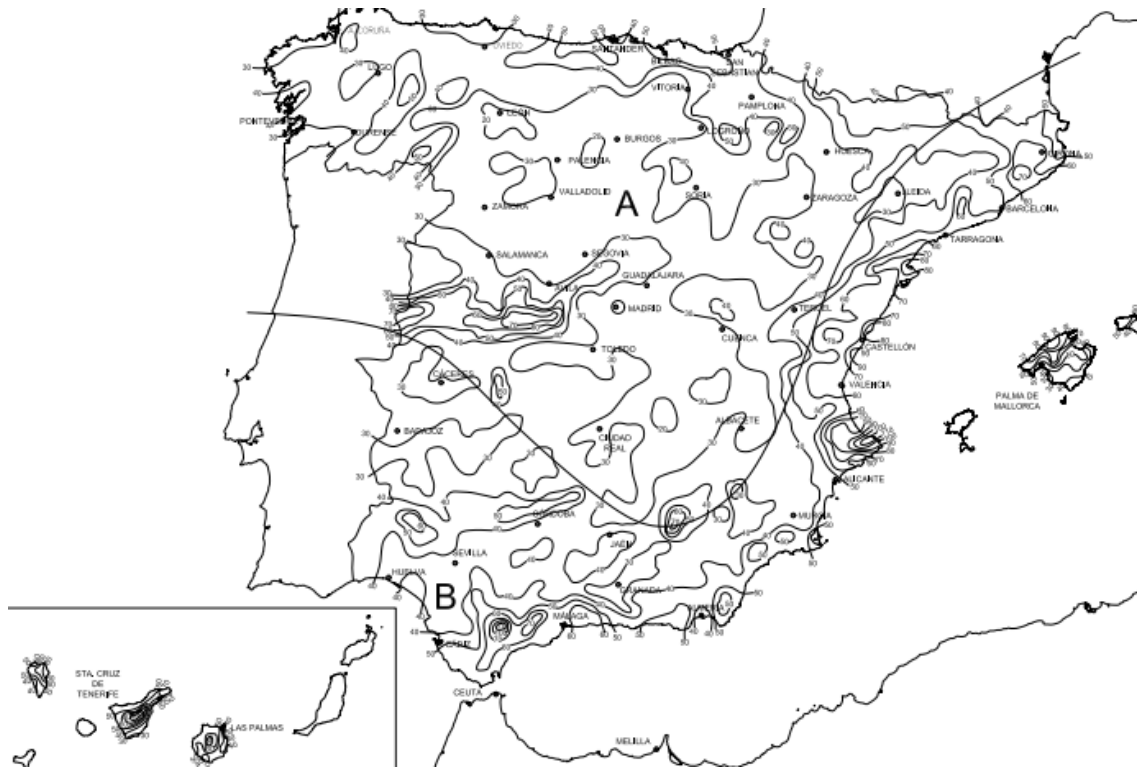


Ilustración 4. Mapa de isoyetas y zonas pluviométricas. Fuente: CTE DB HS 5.

Tabla 16. Intensidad Pluviométrica i (mm/h). Fuente: CTE DB HS 5.

Isoyeta	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Zona A	30	65	90	125	155	180	210	240	275	300	330	365
Zona B	30	50	70	90	110	135	150	170	195	220	240	265

$$f = i/100$$

f : Factor de corrección

i : Isoyeta = 110

$$f = 135/100 = 1.35$$

Por tanto, el diámetro del canalón será de 150 mm multiplicado por el factor de corrección, es decir, 250 mm.

4.3. DIÁMETRO DE LAS BAJANTES DE AGUAS PLUVIALES

Se decide en obediencia a la siguiente tabla; además, se aplica el factor de corrección, por lo que el diámetro nominal final es de 110 mm.

Tabla 17. Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para 100 mm/h. Fuente: CTE DB HS 5.

Superficie en proyección horizontal servida (m ²)	Diámetro nominal de la bajante (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1.544	160
2.700	200

4.4. DIÁMETRO DE LOS COLECTORES DE AGUAS PLUVIALES

Se establece el diámetro nominal del colector en 125 mm para un régimen pluviométrico de 135 mm/h, considerando la pendiente del mismo del 2%. Además, se aplica el factor de corrección, por lo que el diámetro nominal final es de 137.5 mm., por lo que se escogen colectores de DN 160.

Tabla 18. Diámetro de los colectores de aguas pluviales para 100 mm/h. Fuente: CTE DB HS 5.

Superficie proyectada (m ²)			Diámetro nominal del colector (mm)
Pendiente del colector			
1 %	2 %	4 %	
125	178	253	90
229	323	458	110
310	440	620	125
614	862	1.228	160
1.070	1.510	2.140	200
1.920	2.710	3.850	250
2.016	4.589	6.500	315

ANEJO Nº3

CONSTRUCCIÓN

ÍNDICE DEL ANEJO Nº3

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. CARGAS	1
2.1. ACCIONES CONSTANTES	1
2.1.1. Peso de las correas.....	1
2.1.2. Peso de la estructura	1
2.1.3. Peso de la cubierta	1
2.1.4. Luminarias y otros	1
2.2. ACCIONES VARIABLES	1
2.2.1. Sobrecarga de uso.....	2
2.2.2. Sobrecarga de nieve	2
3. CÁLCULO DE LOS AXILES EN CADA BARRA	4
4. ELECCIÓN DE PERFILES	5
5. PILAR.....	8
6. CORREAS	11
7. ZAPATAS	12

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Zonas climáticas de invierno. Fuente: SE-AE.	3
Ilustración 2. Numeración de barras.	4
Ilustración 3. Numeración de nudos.	4
Ilustración 4. Resultados SAP200.....	5
Ilustración 5. Modelo de zapata. Fuente: DIRAC.	14

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Sobrecarga de uso. Fuente: SE-AE.	2
Tabla 2. Zona de clima invernal. Fuente: SE-AE.	2
Tabla 3. Resultados por método de secciones.	5
Tabla 4. Prontuario de tubo cuadrado hueco. Fuente:DIRAC.	6
Tabla 5. Elección de perfiles.	7
Tabla 6. Comprobaciones en la compresión, Pandeo.	8
Tabla 7. Características del perfil HEB-260.	9
Tabla 8. Cálculo de la esbeltez mecánica.	10
Tabla 9. Perfil IPE-140.	13
Tabla 10. Características suelo limoso.	15
Tabla 11. Datos del hormigón (HA-25).	14
Tabla 12. Datos del acero (B-500S).	14
Tabla 13. Datos zapata	14
Tabla 14. Resultados del cálculo del armado	17

INTRODUCCIÓN.

El presente anejo tiene como objetivo la realización de cálculos y posterior dimensionado de los elementos constituyentes de la nave para el envasado y almacenamiento de los aguacates.

Con este objetivo, se realizarán los cálculos de las estructuras que constituyen los elementos constructivos de la nave, como son la cercha, el pilar, las correas y la zapata.

1. CARGAS

Para la cuantificación del peso total máximo que la nave ha de soportar, se realizará el cálculo por separado de acciones constantes que tienen lugar en ella y de acciones variables.

1.1. ACCIONES CONSTANTES

La suma de todas las acciones constantes que intervienen en la carga de la nave y vienen expuestas a continuación es igual a 56 kg/m².

2.1.1. Peso de las correas

Se estima el peso en 6 kg/m².

2.1.2. Peso de la estructura

Se determina que es igual a lo que mide la luz de la cercha en metros; por tanto es de 20 Kg/m².

2.1.3. Peso de la cubierta

La cubierta será de tipo sándwich y se considera que su peso será de 15 kg/m².

2.1.4. Luminarias y otros

Para la instalación de luminarias y otros posibles elementos se considera un peso de 20 kg/m².

1.2. ACCIONES VARIABLES

La suma de todas las acciones variables que intervienen en la carga de la nave y vienen expuestas a continuación es igual a 60 kg/m².

2.2.1. Sobrecarga de uso

Se considerará que la sobrecarga de uso cuando alguna persona deba de subir a la estructura para realizar algún trabajo será como máximo de 40 kg/m², según la siguiente tabla y considerando una cubierta accesible únicamente para conservación sobre correas.

Tabla 1. Sobrecarga de uso. Fuente: SE-AE.

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 ⁽¹⁾
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽²⁾			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾	G1 ⁽⁷⁾	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ⁽⁴⁾⁽⁶⁾	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁵⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

2.2.2. Sobrecarga de nieve

En función de la zona de clima invernal y la altitud de la localización donde se encuentra la nave, se considera esta sobrecarga como 70 kg/m², según la siguiente tabla:

Tabla 2. Zona de clima invernal. Fuente: SE-AE.

Altitud (m)	1	2	3	4	5	6	7
0	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
200	0,5	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
400	0,6	0,6	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2
500	0,7	0,7	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2
600	0,9	0,9	0,3	0,5	0,5	0,4	0,2
700	1,0	1,0	0,4	0,6	0,6	0,5	0,2
800	1,2	1,1	0,5	0,8	0,7	0,7	0,2
900	1,4	1,3	0,6	1,0	0,8	0,9	0,2
1.000	1,7	1,5	0,7	1,2	0,9	1,2	0,2
1.200	2,3	2,0	1,1	1,9	1,3	2,0	0,2
1.400	3,2	2,6	1,7	3,0	1,8	3,3	0,2
1.600	4,3	3,5	2,6	4,6	2,5	5,5	0,2
1.800	-	4,6	4,0	-	-	9,3	0,2
2.200	-	8,0	-	-	-	-	-



Ilustración 1. Zonas climáticas de invierno. Fuente: SE-AE.

Con todo esto, se realiza un cálculo para conocer finalmente la carga total mayorada según la fórmula siguiente:

$$Carga\ total = 56 \cdot 1.35 + 60 \cdot 1.5 = 165.5\ kg/m^2$$

Por tanto, la carga total es de 165.5 kg/m². Esta carga será multiplicada por la longitud existente entre las cerchas de la estructura, que se sabe que es de 5 metros, y a la vez por la distancia entre las correas, que se conoce y es del orden de 2 metros. De esta forma se conocerá la fuerza que se aplica en cada correa y la mitad de la misma, será la que se ejercerá en la primera y en la última.

$$165.5\ Kg/m^2 \cdot 5\ m \cdot 2\ m = 1655\ kg$$

$$1655\ kg / 2 = 827.5\ kg$$

Se establece también que la fuerza que se realiza cada apoyo es de 8275 kg y se extrae de sumar todas las fuerzas extraídas en las correas y dividir las entre dos.

3. CÁLCULO DE LOS AXILES EN CADA BARRA

Para el cálculo de los axiles se ha seguido el método de las secciones, en el que numerando los nudos y barras de la cercha y realizando cálculos en los que se comprometen las fuerzas que se aplican en cada barra para determinar las siguientes, junto con los ángulos formados entre ellas, se calculará finalmente todas las tracciones y compresiones en las barras.

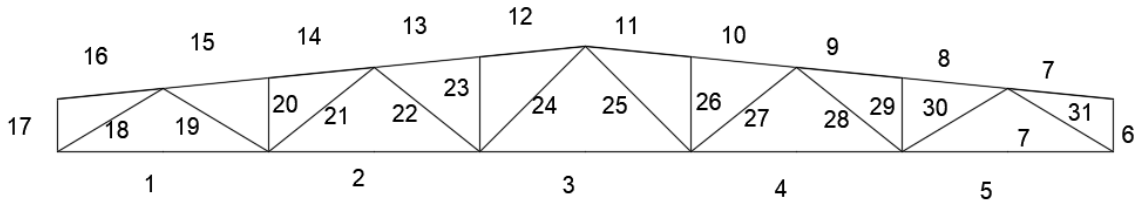


Ilustración 2. Numeración de barras.

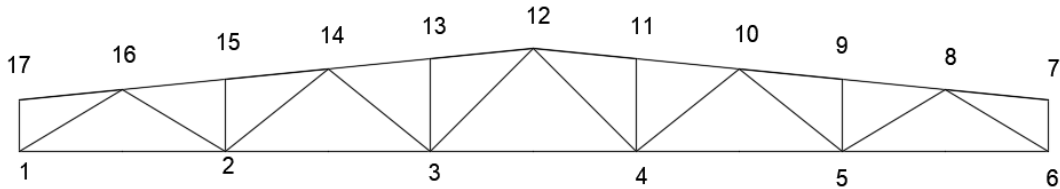


Ilustración 3. Numeración de nudos.

Se decide calcular solamente la mitad de las barras, debido a que la otra mitad es simétrica y por tanto se ejercerán fuerzas iguales. Estos son los resultados que se comparan con los que proporciona el programa SAP2000 para corroborar su validez.

Tabla 3. Resultados por método de secciones.

BARRAS		
N1	12929,69	TRACCIÓN
N2	18725,75	TRACCIÓN
N3	16162,11	TRACCIÓN
N12	-18265,62	COMPRESIÓN
N13	-18265,62	COMPRESIÓN
N14	-17876,99	COMPRESIÓN
N15	-17876,99	COMPRESIÓN
N16	0	-
N17	-827,5	COMPRESIÓN
N18	-14921,2	COMPRESIÓN
N19	6397,03	TRACCIÓN
N20	-1655	COMPRESIÓN
N21	1527,1	TRACCIÓN
N22	-1004,94	COMPRESIÓN
N23	-1655	COMPRESIÓN
N24	2967,66	TRACCIÓN

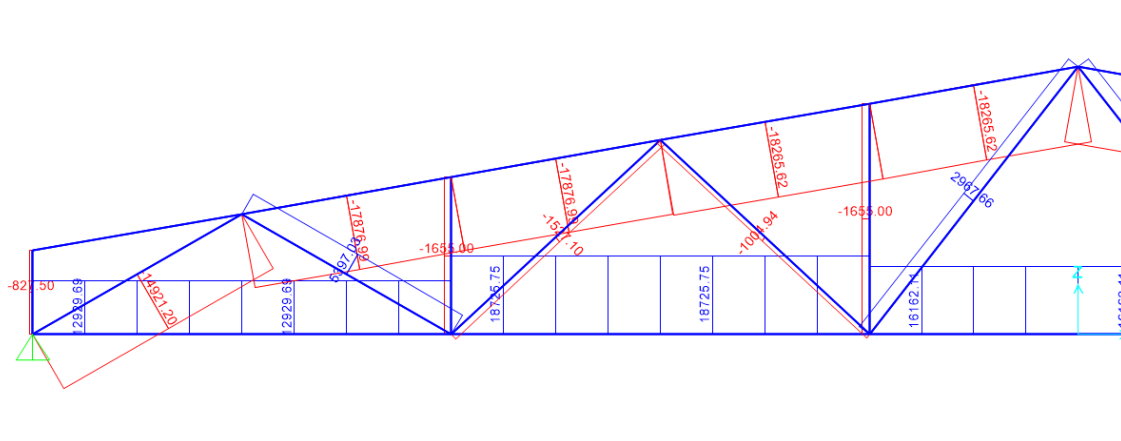


Ilustración 4. Resultados SAP200.

4. ELECCIÓN DE PERFILES

Se deberá, seguidamente, de elegir un perfil para cada barra en función del valor de los axiles. Se calculan las resistencias para cada barra del siguiente modo:

$$\sigma = N/A$$

σ : Resistencia

N: Axil de cada barra

A: Área de cada barra

Esta operación debe de dar como resultado un valor menor a 1800 kg/cm² y además para las barras con compresión, este valor debe de ser menos a la $\sigma_{critica}$ para que no exista pandeo. En base a la elección es la siguiente:

Tabla 4. Prontuario de tubo cuadrado hueco. Fuente:DIRAC

Perfil a (mm)	t mm	A cm ²	P Kg/ml	Referido al eje Y-Y ó Z-Z				C	I _r
				I _y cm ⁴	W _{pl,y} cm ³	W _y cm ³	i _y cm		
40	3.0	4.13	3.24	9.01	5.6	4.51	1.48	1	15.6
	4.0	5.21	4.09	10.5	6.8	5.26	1.42	1	18.9
60	3.0	6.53	5.13	34.4	13.78	11.50	2.30	1	55.5
	4.0	8.41	6.60	42.3	17.32	14.10	2.24	1	70.2
	5.0	10.10	7.96	48.5	20.4	16.20	2.19	1	83.1
80	3.0	8.93	7.01	86	25.6	21.70	3.11	1	136
	4.0	11.60	9.11	108	32.6	27.20	3.06	1	175
	5.0	14.10	11.10	128	39.0	32.00	3.01	1	210
	6.0	16.50	13.00	144	44.8	36.00	2.95	1	243
100	3.0	11.30	8.89	175	40.2	35.00	3.93	2	273
	4.0	14.80	11.60	223	52.8	44.60	3.88	1	363
	5.0	18.10	14.20	266	63.8	53.10	3.83	1	428
	6.0	21.30	16.70	304	74.0	60.70	3.77	1	498
120	4.0	18.34	14.4	416	77.8	69.4	4.76	1	624
	5.0	22.77	17.9	507	94.4	84.6	4.72	1	760
	6.0	27.14	21.3	594	110.2	99.0	4.67	1	888
	7.0	31.44	24.7	675	134.2	112.6	4.63	1	1010
	8.0	35.68	28.0	825	150.7	125.5	4.59	1	1123
140	4.0	21.48	16.9	671	111.0	95.9	5.58	2	1006
	5.0	26.70	21.0	821	131.2	117.3	5.54	1	1230
	6.0	31.85	25.0	964	153.6	137.7	5.50	1	1443
	7.0	36.94	29.0	1100	185.8	157.2	5.45	1	1646
160	8.0	41.97	32.9	1231	195.0	175.8	5.41	1	1839
	5.0	30.63	24.0	1242	173.8	155.3	6.36	1	1861
	6.0	36.56	28.7	1463	204.0	182.8	6.32	1	2191
	7.0	42.44	33.3	1674	245.8	209.3	6.28	1	2507
	8.0	48.25	37.9	1878	262.0	234.7	6.23	1	2809
170	9.0	54.00	42.3	2073	308.2	259.1	6.19	1	3098
	5.0	33.61	26.4	1639	197.4	187.3	6.98	2	2456
	6.0	40.14	31.5	1933	232.0	220.9	6.93	1	2896
	7.0	46.62	36.5	2216	296.6	253.3	6.89	1	3319
170	8.0	53.03	41.6	2489	29.08	284.5	6.85	1	3725
	9.0	59.37	46.6	2752	372.6	314.5	6.80	1	4116

Tabla 5. Elección de perfiles.

BARRAS	RESISTENCIA (kg/cm2)	PERFIL a(mm)	PERFIL t(mm)	A (cm2)
N1	1280,167327	60	5	10,1
N2	1300,399306	80	6	14,4
N3	1122,36875	80	6	14,4
N12	-1268,445833	80	6	14,4
N13	-1268,445833	80	6	14,4
N14	-1241,457639	80	6	14,4
N15	-1241,457639	80	6	14,4
N16	0	80	6	14,4
N17	-158,8291747	40	4	5,21
N18	-1477,346535	60	5	10,1
N19	1227,836852	40	4	5,21
N20	-317,6583493	40	4	5,21
N21	293,109405	40	4	5,21
N22	-192,8867562	40	4	5,21
N23	-317,6583493	40	4	5,21
N24	569,6084453	40	4	5,21

$$\sigma_c = \pi^2 \frac{E}{\lambda^2}$$

$$\lambda = (\beta \cdot L) / i$$

σ_c = Resistencia crítica

λ : Esbeltez mecánica

β : Beta de pandeo = 1

i: Radio de giro

L: Longitud de la barra

E: Módulo de elasticidad = 2.1x10⁶ kg/cm²

Tabla 6. Comprobaciones en la compresión, Pandeo.

BARRAS	RESISTENCIA	RESISTENCIA CRITICA (kg/cm ²)	E (kg/cm ²)	ESBELTEZ MECANICA	LONGITUD (cm)	RADIO DE GIRO (cm)	λ
N12	-1268,45	4647,933614	2100000	66,777	201	3,01	66,7774086
N13	-1268,45	4647,933614	2100000	66,777	201	3,01	66,7774086
N14	-1241,46	4647,933614	2100000	66,777	201	3,01	66,7774086
N15	-1241,46	4647,933614	2100000	66,777	201	3,01	66,7774086
N17	-158,83	6530,038697	2100000	56,34	80	1,42	56,3380282
N18	-1477,35	1981,122056	2100000	102,283	224	2,19	102,283105
N20	-317,66	2902,239421	2100000	84,507	120	1,42	84,5070423
N22	-192,89	701,9659981	2100000	171,831	244	1,42	171,830986
N23	-317,66	1632,509674	2100000	112,676	160	1,42	112,676056

5. PILAR

A continuación, se mostrarán los cálculos realizados con el fin de conocer las cargas que debe soportar el pilar, el cálculo de esfuerzos, se elegirá el perfil HEB, realizando su comprobación a resistencia, pandeo y desplome.

Se realizará el cálculo de q_v simbolizando las cargas que el pilar debe de soportar por la compresión que le transmite la Cercha y la flexión debido al viento:

$$q_v = q \cdot c_e \cdot L \cdot \gamma$$

q_v : Cargas a soportar

$q = 50 \text{ kg/m}^2$

c_e : coeficiente de exposición = 2 (estimación)

L : separación entre cerchas = 5 metros

γ : Coeficiente mayorante de cargas = 1.5

$$q_v = 50 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 1,5 = 750 \text{ kg/m}$$

Seguidamente, se expresará el cálculo de la flexión debida al viento ($M_{y,Ed}$):

$$M_{y,Ed} = 0,325 \cdot q_v \cdot h^2 = 8775 \text{ kg/m}$$

$M_{y,Ed}$ = Flexión debida al viento

q_v : Cargas a soportar = 750 kg/m

h : Altura del pilar = 6 m

$$M_{y,Ed} = 0,325 \cdot 750 \cdot 6^2 = 8775 \text{ kg/m}$$

También se deberá tomar nota de que la carga de compresión es un esfuerzo más a soportar y en este caso es del orden de 9680 kg.

A continuación, se deberá tomar una decisión bajo el criterio del proyectista de cuál ha de ser el perfil HEB que sea capaz de soportar los requisitos después expuestos. En este caso, se decide que el perfil sea HEB-260, el cual cumple las siguientes características:

Tabla 7. Características del perfil HEB-260.

HEB-260		
A	118,4	cm ²
P	93	kg/m
I _y	14919	cm ⁴
W _y	1150	cm ³
f _{yd}	1800	kg/cm ²
i	11,2	cm
N _{ed(=R)}	9680	kg
I _y	14919	cm ⁴

Para la consiguiente **comprobación a resistencia** se utiliza la fórmula que sigue, teniendo que dar como resultado un dato menor a 1 para ser aceptable.

$$\frac{N_{ED}}{A \cdot f_{yd}} + \frac{M_{yED}}{W_{el} \cdot f_{yd}} < 1$$

$$\frac{8275}{118,4 \cdot 1800} + \frac{877500}{1150 \cdot 1800} = 0.46$$

Comprobada la resistencia, se pasa a la **comprobación a pandeo**, teniendo que dar de nuevo un resultado menor a 1 para poder seguir contando con este perfil.

$$\frac{N_{ED}}{0.2 \cdot A \cdot f_{yd}} + \frac{1}{1 - \frac{N_{ED}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{M_{yED}}{W_{el} \cdot f_{yd}} < 1$$

Para el cálculo de $N_{cr,y}$, deberemos de realizar también el cálculo de la esbeltez mecánica (λ) tanto en el plano del pórtico como en el plano lateral y elegir el mayor resultado.

$$\lambda = \frac{\beta \cdot L}{i}$$

β : Beta de pandeo = 1

i: Radio de giro

L: Longitud de la barra

Tabla 8. Cálculo de la esbeltez mecánica.

λ plano portico	159,07
β	2,5
L	6
i	9,43
λ plano lateral	89,45
β	1
L	5
i	5,59

Una vez seleccionada la esbeltez mecánica como 159,067, se procederá al cálculo de $N_{cr,y}$ por consiguiente a la comprobación a pandeo.

$$N_{cr,y} = \pi^2 \cdot \frac{E}{\lambda} \cdot A$$

$$N_{cr,y} = \pi^2 \cdot \frac{2100000}{159.07} \cdot 118.4 = 15427034.88$$

Ahora, la comprobación a pandeo.

$$\frac{N_{ED}}{0.2 \cdot A \cdot f_{yd}} + \frac{1}{1 - \frac{N_{ED}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{M_{yED}}{W_{el} \cdot f_{yd}} < 1$$

$$\frac{8275}{118.4 \cdot 1800} + \frac{1}{1 - \frac{8275}{15427034.88}} \cdot \frac{877500}{1150 \cdot 1800} = 0.46$$

Para finalizar los cálculos con el pilar se realizará la **comprobación a desplome (Δ)** conforme sigue. Debe saberse que el límite del mismo está marcado por $h/150$, es decir en 4 cm.

$$\Delta = \frac{3}{40} \cdot \frac{q_v \cdot h^4}{EI_Y \cdot \gamma}$$

Δ : Desplome

q_v : Cargas a soportar= 750 kg/m

h: Altura del pilar = 6 m

γ : Coeficiente mayorante de cargas = 1.5

E: Módulo de elasticidad = 2.1×10^6 kg/cm²

$$\Delta = \frac{3}{40} \cdot \frac{q_0 \cdot 600^4}{2.1 \cdot 10^6 \cdot 1.5 \cdot 14919} = 1.55$$

$$1.55 < 4$$

6. CORREAS

Para el cálculo del diseño de la correa, se deberá de realizar el cálculo de las cargas, elegir el tipo de perfil IPE y realizar la comprobación a resistencia y a deformación.

El cálculo de cargas es simplificado; simplemente hay que tener en cuenta el peso de las correas y el peso de la cubierta para las acciones constantes y, por otro lado, la sobrecarga de uso y de nieve para las acciones variables, todo justificado en el apartado 2. El resultado total es de 118.35 Kg/m² al mayorar las variables por 1,5 y las constantes por 1,35. Este resultado deberá de ser multiplicado por la separación de correas conforme sigue:

$$q = 118.35 \frac{kg}{m^2} \cdot 2 m = 236.7 kg/m$$

Ahora se deberá de abordar el cálculo del Momento; al ofrecer la cubierta rigidez en el eje z, solamente habrá preocupación por el eje y, se tendrá en cuenta que la pendiente de la cubierta es de 10% y la longitud de las correas de 5 metros.

$$M_{max} = 0.125 \cdot q \cdot L^2$$

$$q = 236.7 kg/m$$

L: Longitud de las correas= 5 m.

$$M_{max} = 0.125 \cdot 236.7 \cdot 5^2 = 739.69 kgm$$

Al ser la pendiente del 10%, $\tan\alpha=0.1$, por lo que $\alpha=5.71^\circ$, $\alpha=0.09966$ radianes.

$$M_y = M_{max} \cdot \cos\alpha$$

$$M_y = 739.69 \cdot \cos 0.09966 = 728.45 kg \cdot m$$

A continuación, se elige el perfil IPE-140 y se realizarán las comprobaciones pertinentes; estas son sus características:

Tabla 9. Perfil IPE-140.

IPE - 140		
A	16,4	cm ²
I _y	541	cm ⁴
W _y	77,3	cm ³

Para la consiguiente comprobación a resistencia se utiliza la fórmula que sigue, teniendo que dar como resultado un dato menor a 1 para ser aceptable.

$$\frac{N_{ED}}{A \cdot f_{yd}} + \frac{M_{yED}}{W_{el} \cdot f_{yd}} < 1$$

$$\frac{0}{16.4 \cdot 1800} + \frac{72845}{77.3 \cdot 1800} = 0.5235$$

Ahora, la comprobación a deformación (f), utilizándose un coeficiente de mayoración (γ) de 1,4611. Una vez calculada la flecha, esta debe de ser menor a un límite establecido por la longitud de la corra dividida entre 200, es decir de 2.5.

$$\gamma = \frac{(1.35 \cdot 21 + 1.5 \cdot 60)}{21 + 60} = 1.4611$$

$$f = \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot EI_y \cdot \gamma}$$

f: Deformación

q= 309.36 kg/m

L: Longitud de las correas= 500 cm

E: Módulo de elasticidad = 2.1×10^6 kg/cm²

γ : Coeficiente de mayoración = 1.476

$$f = \frac{5 \cdot 2.37 \cdot 500^4}{384 \cdot 201 \cdot 10^6 \cdot 541 \cdot 1.46} = 1.16$$

$$1.16 < 2.5$$

7. ZAPATAS

Para la determinación del diseño de las zapatas requeridas se necesitará determinar los esfuerzos que reposan sobre ellas, las características del suelo y por último la decisión de las dimensiones, las respectivas comprobaciones, así como el número de barras necesario. Para los esfuerzos desmayorados existentes calcularemos el momento en la base del pilar, por lo que será:

$$M = \frac{M_{y,ed}}{1.5}$$

M: Momento en la base del pilar.

$$M_{y,ed} = 8775 \text{ kgm}$$

$$M = \frac{8775}{1.5} = 5850 \text{ kgm}$$

El cortante, reacción en la base del pilar debido al viento, se considera todo el empuje del viento:

$$V = q_v * \frac{h_p}{1.5}$$

V: Cortante

q_v : Cargas a soportar = 750 kg/m

h_p : Altura del pilar = 6 m

$$V = 750 \cdot \frac{6}{1.5} = 3000 \text{ kg}$$

El axil (N), considerado el axil calculado en el pilar; en este caso el desmayoramiento (F) se realiza calculando la media de mayoración de todas las acciones:

$$F = \frac{(1.35 \cdot 56 + 1.5 \cdot 60)}{56 + 50} = 1.43$$

$$N = \frac{N_{ed}}{1.43} = \frac{8275}{1.45} = 5786,71 \text{ kg}$$

Las determinaciones de las características del suelo se muestran en la tabla siguiente, sabiendo que el suelo es limoso.

Tabla 10. Características suelo limoso.

Datos del suelo		
ρ_s (peso específico)	1800	kg/m ³
σ_{adm} (Tensión admisible)	1,75	kg/cm ²
ϕ' (Ángulo de rozamiento)	30	°
Y vuelvo	2	
Y desl	1,5	
H	2	m

A continuación, se muestran los datos del hormigón y del acero, además de la decisión sobre las dimensiones de la zapata que posteriormente se deben de comprobar.

Tabla 11. Datos del hormigón (HA-25).

Datos del hormigón		
fck	250	kg/cm ²
γg	1,5	
γc	1,5	
ρh	2400	kg/cm ³

Tabla 12. Datos del acero (B-500S).

Datos del acero	
fyk	5100 kg/cm ²
γs	1,15

Tabla 13. Datos zapata.

Datos geométricos	
a (base frontal)	2,2 m
b (base lateral)	2,1 m
h (altura peana inferior)	0,45m
H (altura total zapata)	1,5m
a0 (base frontal parte superior zapata)	0,5m
b0 (base lateral parte superior zapata)	0,5m

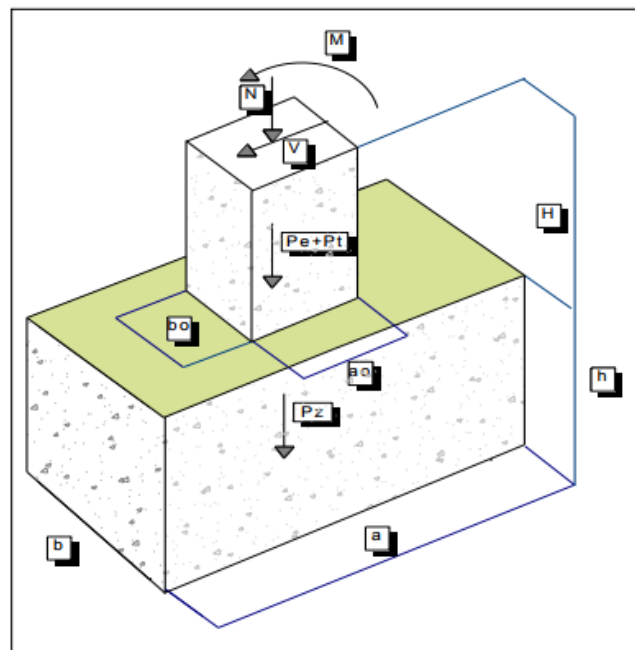


Ilustración 5. Modelo de zapata. Fuente: DIRAC.

A continuación, se comprobará las condiciones de rigidez, comprobación a vuelco, comprobación a deslizamiento y transmisión de tensión al terreno.

Condiciones de rigidez:

$$vuelo (v) = \frac{a}{2} - \frac{ao}{2} = 0.85$$

$$Vuelo (v) \leq 2h \rightarrow Zapata rígida$$

$$Vuelo (v) > 2h \rightarrow Zapata flexible$$

Y el vuelo es mayor a dos veces h, que es 0.9, por tanto, la zapata es rígida.

Comprobación a vuelco se realiza a través de todo lo que sigue:

$$Peso \text{ de la zapata } (Pz) = \rho h \cdot a \cdot b \cdot h = 4656.96 \text{ Kg}$$

$$Peso \text{ del enano } (Pe) = \rho h \cdot a_0 \cdot b_0 \cdot (H - h) = 630 \text{ Kg}$$

$$Peso \text{ del suelo } (Ps) = \rho s \cdot a \cdot b \cdot (H - h) = 8731.8 \text{ Kg}$$

$$\Sigma N = Pe + Ps + Pz + N = 19805.47 \text{ Kg}$$

$$\Sigma M \text{ desestabilizantes} = M + V \cdot H = 10350 \text{ Kg/m}$$

$$\Sigma M \text{ estabilizantes} = \Sigma N \cdot \frac{a}{2} = 21786.02 \text{ Kg}$$

$$Yv \cdot \Sigma M \text{ desestabilizantes} = 20700 \text{ Kgm}$$

CONDICIÓN: $Yv \cdot \Sigma M \text{ desestabilizantes} \leq \Sigma M \text{ estabilizantes}$

Por tanto, con estas medidas, la zapata cumple.

Para la **comprobación a deslizamiento** se seguirá el guion siguiente:

$$\Sigma F \text{ estabilizadoras} = \Sigma N \cdot \tan \phi' = 11434,69 \text{ Kg}$$

$$\Sigma F \text{ desestabilizadoras} = V = 3000 \text{ Kg}$$

$$Yd \cdot \Sigma F \text{ desestabilizadoras} = 4500 \text{ Kg}$$

CONDICIÓN: $Yd \cdot \Sigma F \text{ desestabilizadoras} \leq \Sigma F \text{ estabilizadoras}$

Por tanto, con estas medidas, la zapata cumple.

Seguidamente, se deberá de calcular la transmisión de tensión al terreno.

$$\text{Excentricidad } (e) = \frac{M + V \cdot H}{N + Pe + Pz + Ps} = 0.52$$

$$\frac{a}{6} = 0.3667$$

Al ser la excentricidad mayor a $a/6$, se trata de una flexión compuesta y se calculará la tensión con la siguiente fórmula:

$$\sigma_{\max} = \frac{4}{3} \cdot \frac{\sum N}{(a - 2e)} \cdot \frac{1}{b} = 1.084 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{\text{adm}} = 1,75 \text{ kg/cm}^2$$

CONDICIÓN: $\sigma_{\max} < \sigma_{\text{admisible}}$

Dicho esto, con estas medidas, la zapata cumple. Nótese que el dato de tensión admisible se extrae de la Tabla 11.

Finalmente, solo queda realizar el cálculo del armado, instrucción del hormigón estructural (EHE-08). Se hará uso de las siguientes fórmulas, sabiendo que el recubrimiento mecánico (r) es de 5 cm:

$$l = \text{vuelo} + a_0 \cdot 0,15$$

$$U_o = 0.85 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$$

$$d = h - r$$

$$U_s = U_o \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot Md}{U_o \cdot d}}\right)$$

$$U_{s\phi 12mm} = A_{s\phi 12} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_s}$$

$$N^{\circ} \text{ de barras} = \frac{U_s}{U_{s\phi 12mm}}$$

$$\text{Separación entre barras} = \frac{b - 2 \cdot r}{N^{\circ} \text{ real de barras} - 1}$$

Tabla 14. Resultados del cálculo del armado

l (m)	0,93
M (kg*m)	14766,4
M* (kg*cm)	1476643,77
Recubrimiento mecánico r (cm)	5
Canto útil (d) metros	0,4
Uo (kg)	1190000
Us (kg)	37507,08462
Diámetro Usφ 12mm	1,2
Usφ 12mm (kg)	5321,74
Número de barras	7,047898736
Número real de barras	8
Separación entre barras (m)	0,285714286

Según el EHE-08, la separación entre barras resultante debe de ser menor a 30 y, por tanto, se cumple con dicho requisito. De todas maneras, se debe de notificar que el EHE-08 impone unas cuantías geométricas mínimas con la que se calcula otro número de barras y de ambos resultados se coge aquel que sea mayor.

$$As_{min} = \frac{0.9}{1000} * b * h = 8.505$$

$$N^{\circ} \text{ barras} = \frac{As_{min}}{\frac{\pi * \text{Diámetro Us}\phi 12\text{mm}}{4}}$$

$$N^{\circ} \text{ de barras} = 7.52 = 8 \text{ barras}$$

Por tanto, no cabe elegir, el número de barras necesario es de 8.