

MEMORIA DESCRIPTIVA Y JUSTIFICATIVA

PEG

Tribunal 6.01
Curso 2019-2020

Elías Pérez Funes, Convocatoria Junio
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

00

Índice

1. Memoria descriptiva y justificativa.....	3
1.1. Programa de la asignatura.....	3
1.2. Descripción de la zona.....	3
1.3. Contexto histórico.....	4
1.4. Contexto socio-económico.....	6
1.5. Contexto urbanístico.....	9
1.6. Estrategias de proyecto.....	11
1.7. Descripción del proyecto.....	15
2. Normativa de aplicación.....	24
3. Memoria Constructiva.....	25
4. Memoria estructural.....	35
4.1. Justificación del cumplimiento de la normativa.....	35
4.2. Acciones.....	36
4.2.1. Cargas permanentes (G).....	37
4.2.2. Cargas variables (Q).....	37
4.3. Predimensionado.....	39
4.4. Valores de cálculo de las acciones.....	44
4.5. Cimientos.....	46
5. Protección contra incendios.....	48
6. Memoria de instalaciones.....	56
6.1. Red de saneamiento.....	56
6.2. Instalación de Agua Fría Sanitaria y Agua Caliente Sanitaria.....	60
6.3. Electrotecnia.....	71
6.4. Ventilación y Climatización.....	83
7. Presupuesto aproximado.....	95

PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

1. Memoria descriptiva y justificativa.

1.1. Programa de la asignatura.

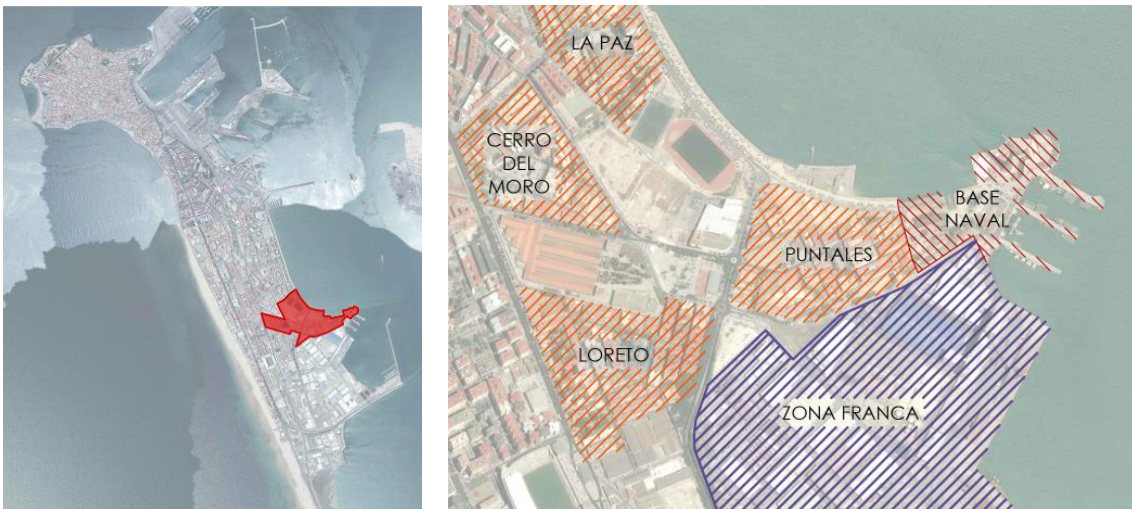
El programa de la asignatura plantea la regeneración urbana de un área de ciudad que cuenta con espacios urbanos degradados, y que la maquinaria de producción de ciudad había dejado inacabados, vacíos o aéreas de oportunidad en la cual proponer intervenir a partir de la realidad existente.

En el desarrollo de las propuestas, se estudiará de una manera amplia el lugar de intervención para que el proyecto pueda contribuir a esta regeneración urbana, atendiendo a los espacios públicos que genere y la relación con su entorno tanto construido como no construido.

La ubicación de esta área se sitúa en Cádiz, más concretamente en la zona de Puntales. Siendo esta un área que históricamente ha tenido problemas de relación con su entorno más próximo.

1.2. Descripción de la zona.

El área de trabajo se sitúa en la zona de Puntales, en el extremo sureste de la ciudad de Cádiz. Se encuentra rodeado al sur por la Zona Franca, al Este por la Base Naval de Puntales, al norte por la bahía, al noroeste por la barriada de La Paz, al oeste por la barriada de Cerro del Moro, y por el suroeste por la barriada de Loreto.



Puntales ha sido un barrio que históricamente ha estado aislado de su entorno, ahogado por la industria, la Zona Franca, y la Base Naval. Este aislamiento hizo que esta zona de la ciudad ganase la fama de zona marginal. Esta situación poco a poco ha ido mejorando, ya que la Zona Franca ha retranqueado su cerca fiscal y se han eliminado varias industrias. Sin embargo la presencia todavía de la Base Naval, la Zona Franca, así como antiguos edificios industriales abandonados y diversos solares hacen que el barrio no esté totalmente integrado con la ciudad.

La ubicación de este ejercicio se situará en uno de esos elementos que actúan como "barrera", en los antiguos terrenos CAMPSA, y que actualmente no es más que un solar abandonado con un gran potencial, ya que además, hace fachada hacia la bahía convirtiendo la zona en una de las áreas de oportunidad más rica de la ciudad.

PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)



La actuación sobre este solar posibilitará una integración mayor de Puntales en la ciudad facilitando la conectividad con la barriada de La Paz y el acercamiento del mar a una zona que ha vivido de espaldas a él, como es el caso del Cerro del Moro. Por tanto, no estamos ante una actuación que podría beneficiar a Puntales, sino también a los barrios de su entorno.

1.3. Contexto histórico.

Como se ha mencionado anteriormente, Puntales ha sufrido el aislamiento prácticamente desde sus inicios. Para entender la evolución histórica que ha ido teniendo la zona realizaremos una secuencia de ortofotos históricas donde se observa las diferentes situaciones por la que ha ido pasando el barrio.

LEYENDA:

— Barreras físicas

— Vías del ferrocarril

— Viario principal

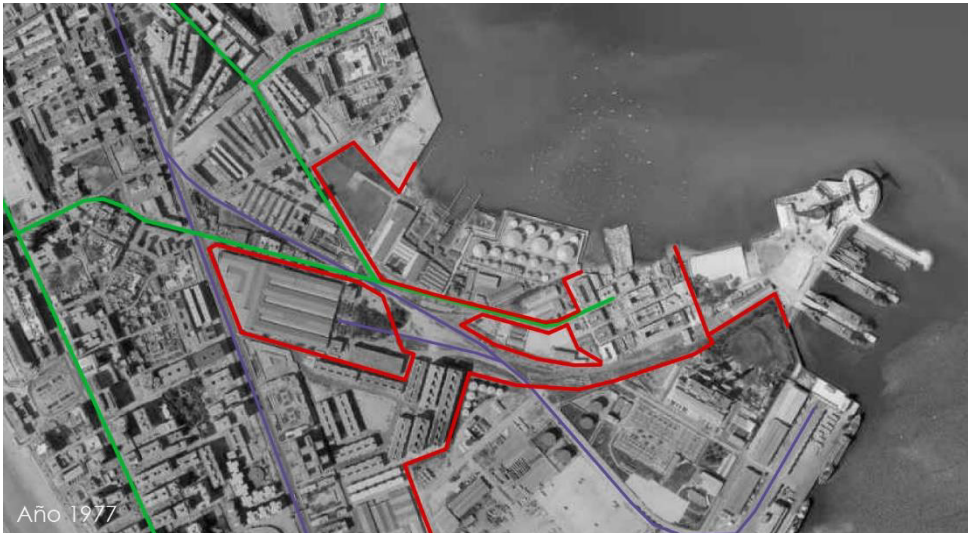
- **Año 1956.**



PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

Esta ortofoto es la más antigua que existe de la zona. Como se puede observar ya existe Puntales, y vemos como ya se encuentra con un cierto nivel de aislamiento debido a las industrias, a la Zona Franca y al ferrocarril.

- **Año 1977.**



En esta ortofoto se aprecia como el problema va en aumento. Las industrias amplían su superficie, aumentando con ello el aislamiento del barrio, pese a la construcción de nuevas barriadas como Loreto o Cerro del Moro que acercan los límites de la ciudad.

- **Año 1998.**



En esta ortofoto se observa como se comienza a revertir la situación y se comienzan a eliminar algunas barreras, como el soterramiento del ferrocarril, retranqueo de la Zona Franca, o la eliminación de algunas industrias. Además se realizan nuevas vías de comunicación, permitiendo una mejor conexión con la ciudad.

- Año 2016:



Esta ortofoto representa la situación actual de la zona. En ella se ve como se han eliminado industrias, permitiendo la apertura de Puntales al mar. Se observa como se ha ganado terreno al mar, se han construido el paseo marítimo y se han realizado nuevas zonas verdes. Pese a ello aún se mantienen solares vacíos y edificios industriales abandonados.

1.4. Contexto socio-económico.

Para conocer contexto socio-económico de la zona tendremos como referencia el análisis realizado por el Plan EDUSI que engloba nuestra zona de trabajo.

Dicho análisis marca el año 1973 como un punto de inflexión, donde la crisis del petróleo afectó de manera muy dura al sector de la construcción naval, donde antes de dicha crisis la mano de obra directa en el sector era superior a las 3000 personas, mientras que en la actualidad no sobrepasa los 300, incrementándose está pérdida con los de las empresas auxiliares.

También hay que añadir la crisis del sector pesquero, el cierre de la fábrica de cerveza, la deslocalización de la factoría de Construcciones Aeronáuticas (actual AIRBUS) y la de la fábrica de tabacos, lo que ha originado en este periodo de tiempo una pérdida de más de 4000 empleos en el sector industrial más los indirectos, y que ha afectado a todo el sector servicios (restauración, transportes, comercio, etc.).

Estas importantes reconversiones industriales, han cambiado la realidad económica de la ciudad, que continúa buscando nuevas fuentes de generación de empleo que permita su crecimiento sostenible en el tiempo. Es en este sentido que los agentes socioeconómicos de la ciudad trabajan en crear condiciones que aceleren un nuevo modelo productivo para conseguir tres grandes metas: mantener el empleo actual, crear nuevos empleos y atraer inversiones que aumenten el empleo.

Este pasado y la reciente crisis económica hacen que la economía de Cádiz se sustente en un tejido empresarial débil, con poca capacidad de generación de empleo, que junto con la pérdida de actividad económica de los sectores productivos tradicionales constituyen uno de los principales problemas de la ciudad.

La base económica local se caracteriza por la inexistencia de los sectores agrario y ganadero, un sector pesquero no representativo, un sector industrial en retroceso, y un

PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

escaso desarrollo de la construcción, limitados por la falta de suelo que caracteriza al municipio, concentrando el grueso del empleo en el sector terciario, incapaz de generar el empleo que la ciudad necesita.

Esta falta de suelo impide el asentamiento de industrias con suficiente capacidad para generar cifras importantes de puestos de trabajo que puedan aliviar de manera significativa la situación de desempleo que caracteriza al municipio, lo que exige contemplar el Área Metropolitana de la Bahía de Cádiz como solución a estos problemas de espacio.

Esta situación ha llevado a centrar la actividad empresarial y el mercado de trabajo en el sector servicios, preferentemente Administración Pública derivada de la capitalidad, turismo, hostelería y comercio, con empresas de reducido tamaño, muy vulnerables a las coyunturas económicas.

La proporción de empresas en Cádiz del sector servicios es del 91.36% y el 69.78% de las personas paradas del municipio proceden de dicho sector, en ambos casos las cifras de la ciudad superan a las de la Bahía, Provincia y Andalucía.

INDICADORES ECONÓMICOS ZONA EDUSI

Centrándonos en la zona EDUSI se aprecia que nos encontramos ante una de las zonas más afectadas por el desempleo de la ciudad; se encuentran en dicha situación 6880 personas (3465 mujeres y 3415 hombres), el 29.21% del total del municipio (23550).

	ZONA EDUSI			CÁDIZ		
	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
POBLACIÓN DE 16 Y MÁS AÑOS	13.465	14.220	27.685	50.080	56.850	106.935*
POBLACIÓN ACTIVA	8.230	7.445	15.675	31.075	31.020	62.100*
POBLACIÓN OCUPADA	4.810	3.985	8.795	20.550	17.995	38.545
POBLACIÓN PARADA	3.415	3.465	6.880	10.525	13.025	23.550
TASA DE ACTIVIDAD	61,12%	52,36%	56,62%	62,05%	54,56%	58,07%
TASA DE EMPLEO	35,72%	28,02%	31,77%	41,03%	31,65%	36,05%
TASA DE PARO	41,49%	46,54%	43,89%	33,87%	41,99%	37,92%

La zona de actuación presenta una elevada tasa de paro 43.89 % superior a la de la ciudad 37.92 %, que se agrava en el caso de las mujeres. También presenta tasas de empleo y actividad inferiores al resto de la ciudad.

Otro dato significativo es que el 61.00 % de los hogares cuenta con alguna persona parada o inactiva, frente al 56.72% de la totalidad de la ciudad. Este hecho hace que la zona de actuación presenta una alta vulnerabilidad socioeconómica dados los elevados niveles de desempleo, requiriendo muchas personas para su sustento ayudas públicas o de entidades sociales y de alguna actividad económica marginal en el marco de la economía sumergida.

La cifra de establecimientos de hostelería, resulta insignificante para la población de la zona si lo comparamos con la ciudad. Esta baja actividad empresarial en la zona puede deberse a la falta de iniciativas empresariales, a lo que se unen los bajos niveles económicos y de consumo de sus habitantes. Todo ello, junto con un tejido industrial inexistente provoca en la zona un aumento de la economía sumergida y del empleo precario.

PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

ANÁLISIS SOCIAL ZONA EDUSI

La Zona EDUSI conforma un área urbana homogénea en la que pueden identificarse factores comunes que inciden en la situación de vulnerabilidad.

En este sentido, el 100% de los barrios situados en dicha área ya se calificaban como barrios vulnerables en los análisis urbanísticos “Análisis Urbanístico de barrios vulnerables en España” (1991, 2001). Asimismo, los cinco barrios que integran la Zona con Necesidades de Transformación Social del municipio “Cádiz Zona Sureste” (Barriada de la Paz, Cerro del Moro, Guillén Moreno, Loreto y Puntales), forman parte de la Zona EDUSI.

INDICADORES DE VULNERABILIDAD QUE PRESENTA LA ZONA EDUSI EN RELACIÓN AL CONJUNTO DE LA CIUDAD:

INDICADORES DE VULNERABILIDAD	ZONA EDUSI	CÁDIZ
VULNERABILIDAD SOCIO DEMOGRÁFICA		
Personas ancianas de 75 años y más (%)	8,24	9,08
Hogares unipersonales de mayores de 64 años (%)	9,83	11,01
Hogares con una persona adulta y menores (1 o más)	5,68	5,62
Índice de extranjería	1,18	1,74
Índice de población extranjera infantil	1,48	0,9
VULNERABILIDAD SOCIOECONÓMICA		
Tasa de paro	43,89	37,92
Tasa de paro juvenil	62,25	59,71
Personas ocupadas eventuales (%)	29,86	25,61
Personas ocupadas no cualificadas (%)	13,53	9,66
Población sin estudios (%)	16,27	11,27
VULNERABILIDAD RESIDENCIAL		
Viviendas con menos de 30 m2 (%)	0,26	0,73
Superficie media por habitante (m2)	27,65	31,51
Viviendas sin cuarto de aseo con inodoro	1,67	1,38
Viviendas sin Baño o ducha	0,70	0,76
Viviendas en mal estado de conservación (%)	0,57	5,59
Viviendas en edificios anteriores a 1951	2,25	25,65

Del “Estudio Socioeconómico de Barriadas y Barrios de Cádiz. Actualización y Delimitación ZNTS”, realizado por los Servicios Sociales municipales, y que sirvió de base para la delimitación de la ZNTS, se pueden extraer los principales problemas de la Zona EDUSI:

- Población en riesgo de pobreza.
- Bajo nivel educativo.
- Envejecimiento progresivo de la población.
- Altas tasas de desempleo, en especial de la población joven.
- Alumnado en riesgo de fracaso escolar. Mayor absentismo escolar.
- Problemas de conectividad con el resto de la ciudad.
- Escasez de zonas verdes y equipamientos sociales.
- Problemas de habitabilidad y accesibilidad de las viviendas.
- Mayor conflictividad social
- Concentración de grupos vulnerables:
 - o Personas mayores con dependencia de los Servicios sociales.
 - o Jóvenes en riesgo de exclusión social que presentan altas tasas de desempleo y fracaso escolar.
 - o Personas desempleadas de larga duración.
 - o Mujeres en riesgo de exclusión.

PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

En cuanto a equipamientos la zona está bien cubierta, sobre todo en equipamientos educativos, siendo estos los más abundantes. También existen equipamientos sociales, como centros de vecinos o residencia de ancianos, religiosos, y deportivos.

El uso residencial es el más abundante en la zona, no existiendo una tipología fija predominante en toda el área urbana, aunque sí se observan una homogeneidad de tipologías según el barrio en cuestión. De esta forma encontramos en Puntales bloques en manzana, en Loreto bloques en H (y en menor medida bloques abiertos), en Cerro del Moro bloques abiertos y en manzana, y en La Paz bloques abiertos y torres. Por tanto, al encontrar variedad tipológica no existe un tejido urbano homogéneo.

Las vías principales del área la componen el ejes longitudinales formados por la Avenida Juan Carlos I y el eje Avenida de la Bahía-Avenida de la Ilustración-Avenida Ronda de Vigilancia, actuando este último como "frontera" del barrio de Puntales. También de este eje parten otros ejes transversales secundarios formados por la Avenida Marconi y por Avenida Lacave. En cuanto a carril bici encontramos un ramal por la Avenida de la Bahía y otro que parte desde la Avenida Juan Carlos I hasta el cruce de Marconi con Lacave. El transporte público se compone de una línea de autobús que entra hasta la plaza de Puntales, ocasionando molestias de ruidos a los vecinos. Para mejorar esta situación se podría eliminar el recorrido por el interior de Puntales y ampliarlo hasta Loreto, integrando a Loreto en la red de bus urbano de la ciudad.

Una vez analizada la zona se detectan varios problemas:

- Antiguos edificios industriales abandonados.
- Existencia de solares.
- Mala relación de Puntales con el mar.
- Equipamientos deportivos (pistas atletismo y fútbol) como barrera entre Cerro del Moro y el mar.
- Avenida de la Bahía-Avenida de la Ilustración-Avenida Ronda de Vigilancia como barrera de Puntales.
- Existencia de la Zona Franca y Base Naval de Puntales.
- Red de carril bici incompleta.
- Red de bus urbano deficiente.

Para resolver los problemas detectados se realizan las siguientes propuestas:

- Rehabilitación de edificios industriales abandonados como nueva facultad de la Universidad de Cádiz.
- Creación en los solares nuevas zonas verdes que mejore los estándares y la relación de la ciudad con el mar.
- Creación de viviendas y equipamientos en los solares.
- Traslado del equipamiento deportivo para mejorar la relación de Cerro del Moro con el mar.
- Reducción de terreno de la Base Naval de Puntales.
- Recuperación para la ciudad del castillo de San Lorenzo del Puntal como equipamiento.
- Regeneración de la playa de Puntales.
- Peatonalización del barrio de Puntales.

1.6. Estrategias de proyecto.

Estudiar el ámbito y el contexto de una pieza urbana desde todos los puntos de vista posibles para la inclusión de una pieza edificatoria provoca en el arquitecto unas ideas proyectuales con carácter intencional desde el primer momento de toma de contacto con la realidad atendiendo a las carencias o dificultades que se tomen como existentes en el lugar de intervención.

Tras la extensa recopilación de información con la que iniciamos este proyecto, hay una clara orientación que debe tomar la propuesta, y no es otra que enfocarla hacia el espacio público de forma que se ponga en valor este ámbito obsoleto.

Desde el primer momento que uno llega a Cádiz se da cuenta de que es una ciudad con una gran densidad edificatoria, lo cual le confiere un déficit de zonas verdes, problema que ha padecido desde mucho tiempo atrás, ya que al ser una ciudad fortificada y extremadamente densa, hizo que las fachadas marítimas del recinto histórico acogieran los principales espacios libres de la ciudad que, junto con las plazas interiores cubrieron las necesidades de esparcimiento de los gaditanos durante la primera mitad del siglo XX.

Esta utilización de los espacios libres de borde del Casco Antiguo, fundamenta la formalización un cinturón verde perimetral, que encadena paseos, playas o parques y envuelva la ciudad.

Con la apertura de las Puertas de Tierra no se resolvió el problema de espacios públicos, más bien lo contrario, ya que la dotación de espacios libres era inferior a la del Casco Antiguo. Este hecho quizás se vio auspiciado por la escasez de suelo de la ciudad amurallada. Los diferentes planes generales han intentado mejorar los estándares de espacios libres de Extramuros, pero a día de hoy siguen siendo insuficientes, ya que los elementos más relevantes en la estructura urbana de la red de espacios libres de estos distritos de la ciudad se limita aún a la playa, el parque de los Cinco Continentes y los jardines del antiguo Cuartel de Varela, el parque de Astilleros y el del antiguo cementerio (aún sin construir).

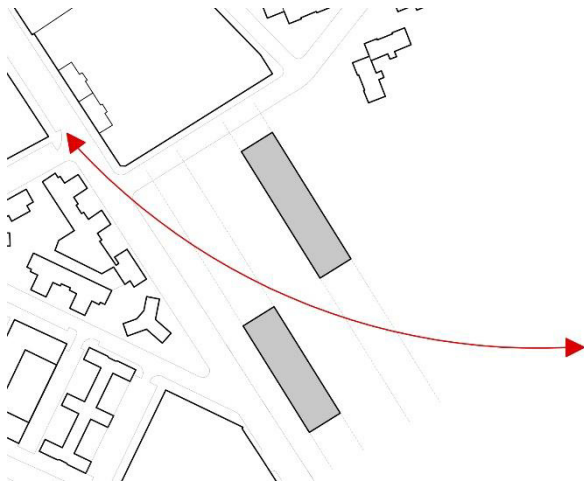
Al igual que en el Casco Antiguo, las actuaciones del parque de Astilleros y del cementerio de San José, tienen una localización marcadamente perimetral.

Al haber un déficit de espacios libres en la ciudad, y contar con vacíos urbanos de relevancia en cuanto a tamaño, el espacio libre debe tener un papel fundamental en la zona, pudiendo funcionar como nexos de unión entre las diferentes zonas potenciando los diferentes recorridos, hoy en día algo difusos por la configuración urbana de la zona.

Otra problemática de la ciudad, y como en el caso anterior, viene ligada a la escasez de suelo es la demanda de vivienda. Al no haber suelo para el crecimiento de la ciudad la población se marcha a los municipios de la corona metropolitana, donde hay más facilidades para adquirir una nueva vivienda. Sin embargo, estas personas no quieren romper su vínculo con la ciudad, y si tienen la oportunidad regresan a ella. Según el estudio reflejado en el PGOU el 66% de los hogares cuenta entre 2 y 4 inquilinos, siendo la media de personas por vivienda en Cádiz es de 3.1 personas/ m². Sabido esto se propondrán viviendas de 1 a 3 dormitorios.

Por tanto, conocida la problemática del ámbito se procede a concretar las estrategias a seguir de cara al proyecto de edificación:

TRANSICIÓN ENTRE LA CIUDAD Y EL PARQUE

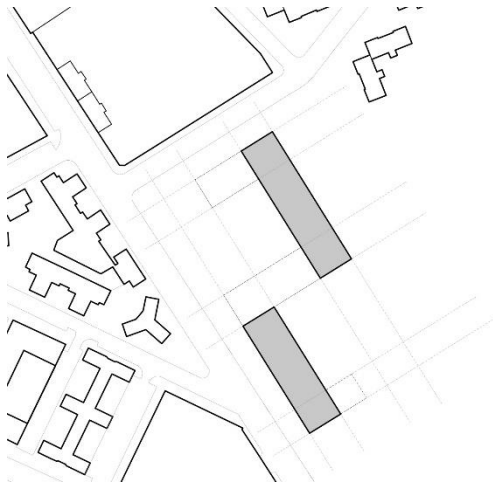


Se busca que el edificio genere una transición entre la ciudad y el parque. En una zona de la ciudad donde la densidad edificatoria es muy densa y las zonas verdes son escasas y de poca entidad, el parque junto al que se sitúa el edificio es de una entidad y relevancia a nivel ciudad.

De esta forma vemos como se genera una dualidad muy marcada entre la ciudad y el espacio libre que forma el parque, y en el que el edificio objeto de proyecto se encuentra entre ambos espacios. De esta forma el edificio funcionará como charnela entre ambos ambientes.

Para ello se crearán dos volúmenes paralelos entre si y paralelos a la traza marcada por la Avenida Lacave. Estos dos volúmenes se encontrarán desplazados entre si, generando de esta forma dos espacios, consiguiendo una entrada hacia el parque de forma gradual.

CREACIÓN DE NUEVOS ESPACIOS



Estando definidos los dos volúmenes longitudinales paralelos a la Avenida Lacave se le colocarán tres volúmenes perpendiculares, de forma que una a los dos anteriores.

De esta forma conseguiremos cerrar el espacio y a su vez generar dos nuevos espacios más pequeños.

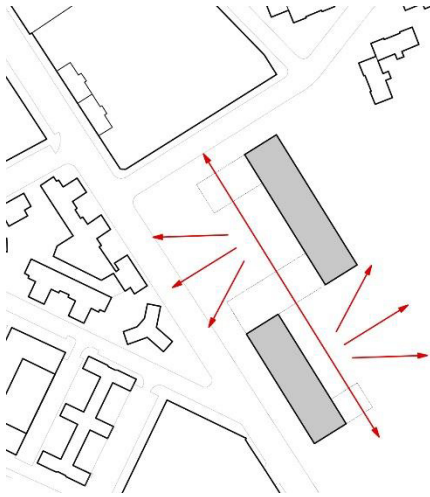
La propuesta se desarrollará con un edificio en forma de S, de forma que formen dos espacios interiores que sirvan como transición desde la ciudad hasta el parque.

NUEVOS ESPACIOS PERMEABLES

Una vez definida la forma del edificio observamos que generan dos espacios o plazas. Estas plazas tendrán ambientes diferentes según su ubicación. La primera de ellas se abre hacia la Avenida Lacave, por lo que tendrá un carácter más urbano. Mientras que la segunda abre hacia el parque, por lo que tendrá un carácter más natural.

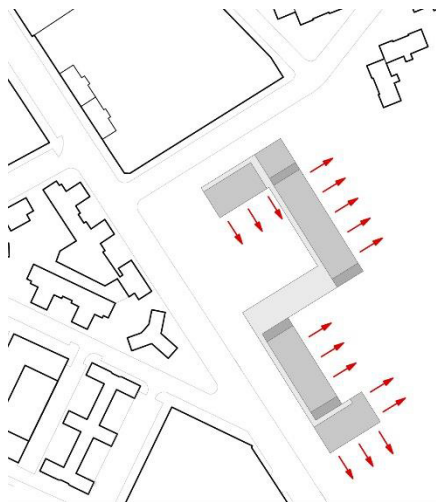
Con estas dos plazas se busca generar la transición que ya mencionó anteriormente, de forma que primero se accede a una plaza dura, y posteriormente se pasa a una segunda plaza que abre directamente hacia el parque.

PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)



Aunque los edificios lineales o abiertos puedan generar un efecto barrera se resolverá dicho inconveniente dejando parte de la planta baja libre permitiendo una permeabilidad tanto visual como de movilidad de los peatones. De esta forma los volúmenes transversales serán permeables, permitiendo el paso, mientras que los dos volúmenes longitudinales estarán contruidos.

CREACIÓN DE GALERÍA EXTERIOR Y ESPACIOS COMUNES.



Con el objetivo de que todas las viviendas puedan disfrutar de las vistas hacia la bahía y las plazas se genera una galería que recorra el edificio y de acceso a las viviendas. La galería se situará en el frente que da hacia la calle o las plazas, buscando que las viviendas tengan las mejores vistas.

También se busca que las galerías sean como una prolongación de la calle, y que no sea un simple lugar de paso, sino que sea un punto de encuentro para los vecinos. Para

ello, en el volumen transversal central, que divide el espacio de las dos plazas, se convertirá en una plaza elevada para los residentes, además de mejorar la permeabilidad espacial y visual entre las dos plazas generadas en planta baja.

EQUIPAMIENTOS EN PLANTA BAJA

Esta zona de la ciudad se incluye en el proyecto EDUSI Cádiz 2020. En dicho proyecto se incide en las problemáticas de esta zona de la ciudad y en las soluciones a los mismos. Uno de los problemas más destacados son el envejecimiento y la pérdida de población unido a la escasez de oportunidades laborales.

Partiendo de la base de que este proyecto trata de resolver, en la medida de lo posible, los problemas planteados en dicho plan, se proponen varios equipamientos que sirvan para generar nuevos puestos de trabajo y a la vez completen la oferta de servicios de la zona.

ESPACIOS COMUNITARIOS

Se plantea potenciar la vida en comunidad, con las ventajas que eso conlleva. Junto a los equipamientos situados en planta baja se dispondrán en las plantas residenciales, junto con las galerías, de espacios polivalentes y de otros espacios de uso libre. Todos

PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

estos espacios buscan ser como una prolongación de la calle, que funcionen como un lugar donde convivir y socializar con los vecinos, y que confieran al espacio comunitario de una continua actividad.

CREACIÓN DE VIVIENDAS FLEXIBLES

Se parte con la premisa de que las viviendas puedan servir como alojamiento para toda clase de usuarios o familias, por lo que se plantea que las viviendas sean flexibles. De este modo se parte de un módulo base, que será la unidad habitacional mínima, y un módulo ampliable permitiendo que cada apartamento pueda ampliarse o reducirse, añadiendo o restando estancias, para responder a las diferentes necesidades de sus habitantes.

Desde el proyecto no se establece una distribución de usos de espacios rígida, sino que sean sus propios habitantes quienes definan el uso de los diferentes espacios del apartamento. Buscando la máxima flexibilidad, todas las estancias intentan ser similares en tamaño eliminando cualquier tipo de jerarquía espacial y predeterminación del programa. De esta forma un mismo espacio puede servir como sala de estar, dormitorio, o sala de trabajo. Los únicos usos que establece el proyecto serían las zonas húmedas, como la cocina y el baño, situándose en la zona central del módulo base.

1.7. Descripción del proyecto.

El proyecto abarca un bloque de vivienda colectiva, dispuesto como remate del espacio público que se proponía como nueva zona de esparcimiento para la ciudad y cohesión de los barrios de La Paz, Cerro del Moro y Puntales.

El proyecto consta de un edificio, siendo de una altura máxima de PB+4+C.

La implantación del edificio surge como forma de dar remate y cierre al parque en el que se sitúan, de esta forma se propone un edificio en forma de S que genere una transición gradual entre la ciudad y el parque. La forma del edificio busca crear dos espacios en planta baja que sirvan como nexo de unión entre la calle y el parque.

Los dos espacios planteados tienen diferente carácter, el que se abre a la calle adquiere un carácter más urbano, mientras que el espacio abierto al parque se liga a él.

También en planta baja se situarán nuevos equipamientos y locales comerciales que sirvan para generar nuevos empleos y mejorar la calidad de vida de los habitantes del edificio y de su entorno próximo, igualmente estos equipamientos buscan generar una mayor actividad urbana siendo el edificio una puerta de entrada al nuevo parque desde Cerro del Moro a la vez que sea un polo de atracción por los servicios que se ofrecen en él.

La entrada se plantea como un tránsito entre zonas de mayor a menor carácter público, pero sin llegar a perder nunca ese carácter, de forma que desde el parque se accede en primer lugar a una zona pavimentada, para pasar posteriormente a una zona cubierta, y acceder finalmente a los diferentes portales. Una vez dentro del edificio la circulación hasta las diferentes viviendas se realizará a través de galerías abiertas hacia la ciudad, con el objetivo de que



PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

dichas galerías sean una prolongación de la calle, y buscando que no sea un simple lugar de paso, sino funcione como un punto de encuentro para los vecinos. Además se generará un gran espacio común cubierto en el volumen que cruza y divide los dos espacios de planta baja, generando espacios que inviten a la estancia y al encuentro entre los vecinos. Junto a este espacio se situará una sala común polivalente, que ofrezca a los vecinos un lugar donde poder realizar actividades.



Las viviendas las se situarán en las plantas superiores, a las cuales se accede, como se ha mencionado, a través de galerías abiertas al exterior. La vivienda se plantea como un espacio flexible y ampliable que se pueda adaptar a las necesidades de cada usuario a lo largo del tiempo. Se plantean un módulo base, donde los únicos elementos fijos son los cuartos húmedos (cocina y baño) y un módulo ampliable con dos habitaciones, que se podrán ser utilizadas según lo requieran por los propietarios de los módulos bases contiguos.



Finalmente, en la planta cuarta del extremo sur del edificio se ubicará una terraza-solarium, la cual tendrá vistas hacia la bahía y el parque. Siendo un nuevo lugar de encuentro para los vecinos donde podrán tomar el sol o relajarse.



1.7.1. Viviendas flexibles.

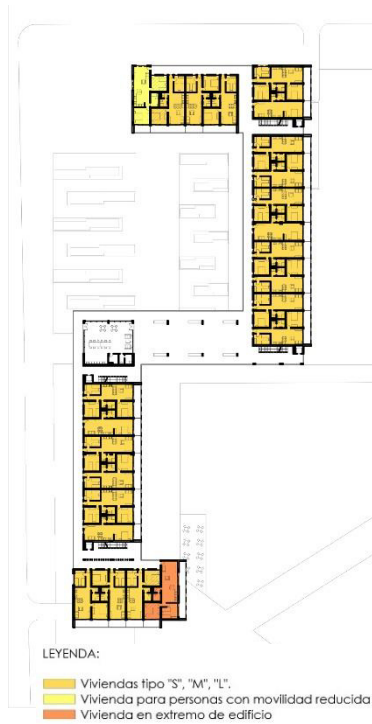
Se busca que las viviendas puedan servir como alojamiento para toda clase de usuarios o familias, por lo que se plantea que las viviendas sean flexibles. De este modo se parte de un módulo base, que será la unidad habitacional mínima, y un módulo ampliable permitiendo que cada apartamento pueda ampliarse o reducirse, añadiendo o restando estancias, para responder a las diferentes necesidades de sus habitantes.

Desde el proyecto no se establece una distribución de usos de espacios rígida, sino que sean sus propios habitantes quienes definan el uso de los diferentes espacios del apartamento. Buscando la máxima flexibilidad, todas las estancias intentan ser similares en tamaño eliminando cualquier tipo de jerarquía espacial y predeterminación del programa. De esta forma un mismo espacio puede servir como sala de estar, dormitorio, o sala de trabajo. Los únicos usos que establece el proyecto serían las zonas húmedas, como la cocina el baño, situándose en la zona central del módulo base.

PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

TIPOS DE VIVIENDAS.

A partir de un módulo base se crean varios tipos de viviendas adosando habitaciones siguiendo las pautas marcadas anteriormente respecto a flexibilidad y ampliación. De esta forma se consigue que las viviendas se puedan adaptar a las diferentes necesidades que tengan de espacios los usuarios a lo largo del tiempo. habrá un total de 92 viviendas, de las cuales 3 serán adaptadas a personas con movilidad reducida.

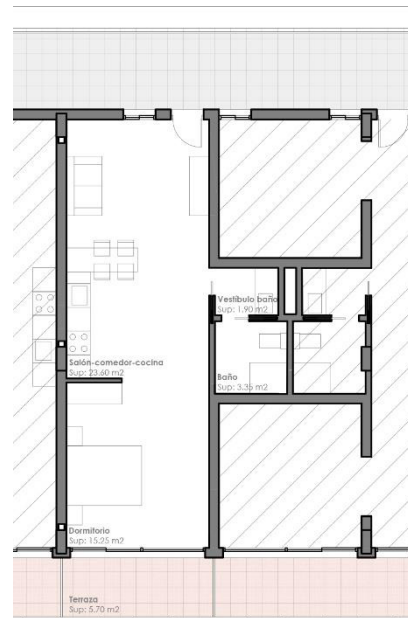


Vivienda TIPO "S".

Es el tamaño mínimo de vivienda compuesto exclusivamente por el módulo base. Con este módulo base se conformaría una vivienda de un dormitorio.



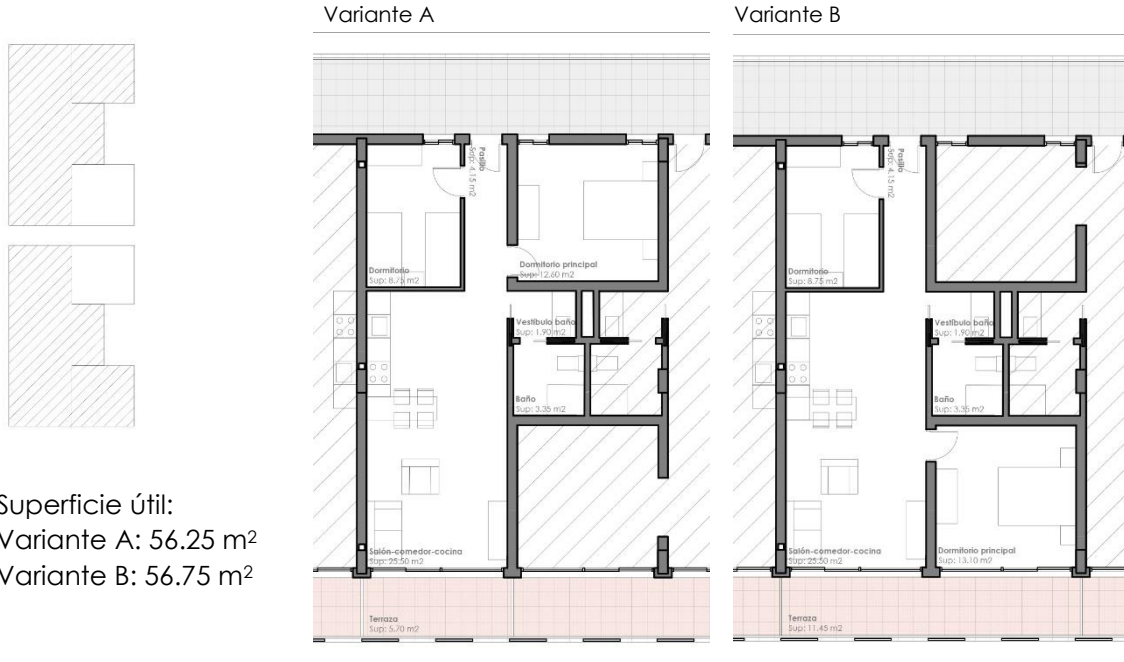
Superficie útil: 44.10 m²



PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

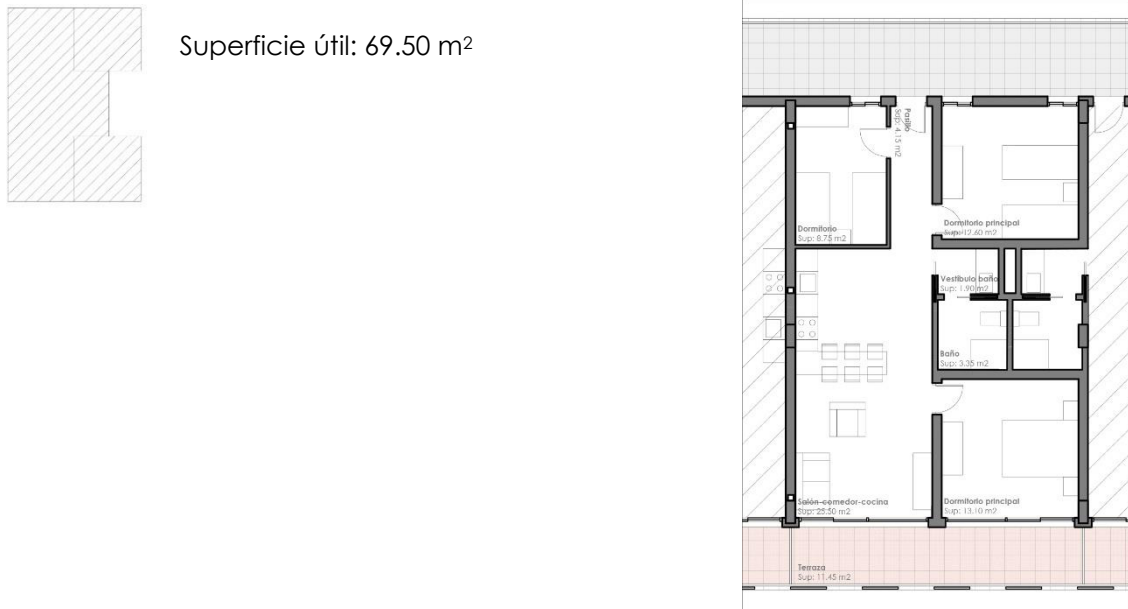
Vivienda tipo "M".

Es el tamaño medio de vivienda compuesto por el módulo base y la agregación de una habitación. Este tipo de vivienda puede tener dos variantes en función de cual sea la habitación utilizada para la ampliación. La vivienda surgida es de dos dormitorios.



Vivienda tipo "L".

Es el tamaño máximo de vivienda compuesto por el módulo base y la ampliación con dos habitaciones. Serviría para formar una vivienda de tres dormitorios.

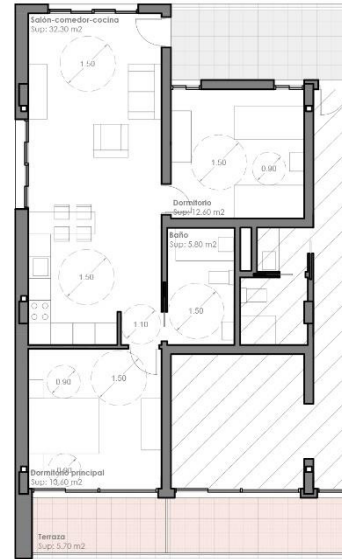


PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

Vivienda para personas con movilidad reducida.

A fin de garantizar a las personas con movilidad reducida permanente el acceso a una vivienda se reservarán viviendas con las características establecidas en la Sección 4ª del Capítulo 3º de las "Normas para la accesibilidad en las infraestructuras, el urbanismo, la edificación y el transporte en Andalucía". En nuestro caso, al tener nuestro edificio un total de 92 corresponden 3 viviendas adaptadas. Se situarán una vivienda por planta, desde la primera planta hasta la tercera.

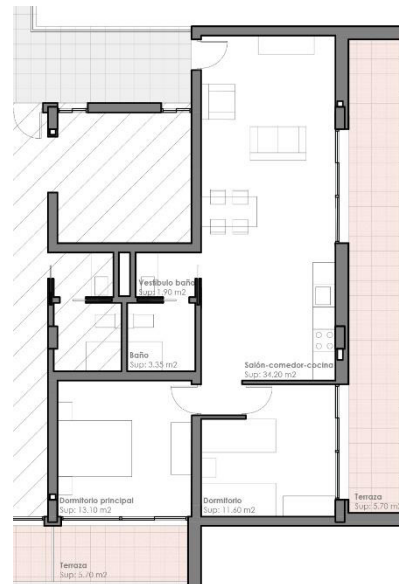
Las viviendas seguirán en mismo esquema marcado de flexibilidad de las viviendas estándar, por lo que en este caso también contaremos con las variantes "S", "M" y "L", pero teniendo en cuenta de que en todas las estancias de la vivienda se cumplan con el diámetro mínimo de 1.50 m para que el usuario pueda maniobrar con silla de ruedas.



Vivienda en extremo de edificio.

En el borde sur del edificio se genera un tipo de vivienda diferente al resto debido a que esta vivienda se muestra paralela a la línea de costa, y por lo tanto puede tener un aprovechamiento de las vistas mayor que en el resto de viviendas. Serán un total de 3 viviendas, una por planta, desde la planta primera hasta la tercera.

Las viviendas seguirán en mismo esquema marcado de flexibilidad de las viviendas estándar, por lo que en este caso también contaremos con las variantes "S", "M" y "L".



1.7.2. Organización de usos.

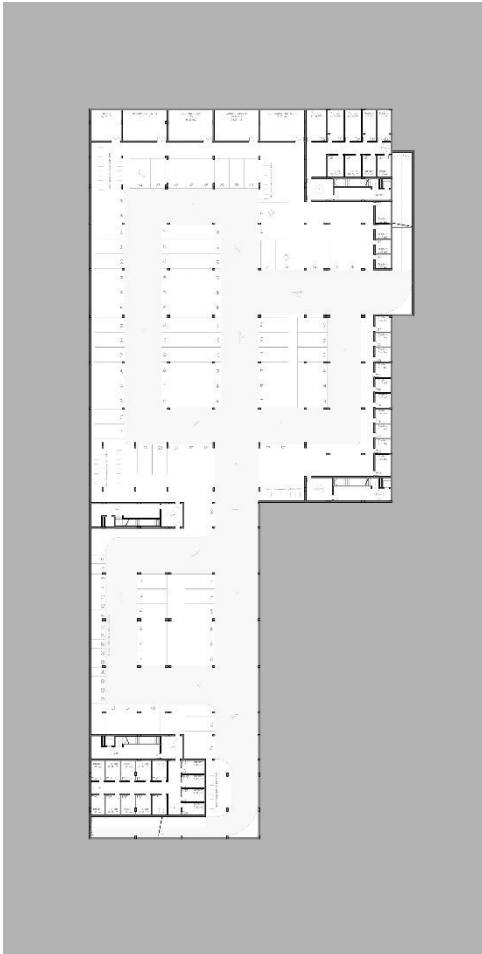
El programa de proyecto se definiría de esta manera:

- **Planta sótano:**
 - 92 plazas de garaje
 - 37 trasteros.
- **Planta baja:**
 - 8 locales comerciales (8x38.50 m²).
 - Sala coworking (276.75 m²).
 - Cafetería (109.30 m²).
 - Gimnasio (345.10 m²).
 - Lavandería (69.10 m²).
- **Planta primera:**
 - 24 viviendas.
 - 22 viviendas estándar
 - 1 vivienda para personas con movilidad reducida.
 - 1 vivienda en extremo de edificio.
 - Espacio comunitario polivalente (91.90 m²).
- **Planta segunda:**
 - 24 viviendas.
 - 22 viviendas estándar
 - 1 vivienda para personas con movilidad reducida.
 - 1 vivienda en extremo de edificio.
 - Espacio comunitario polivalente (91.90 m²).
- **Planta tercera:**
 - 24 viviendas.
 - 22 viviendas estándar
 - 1 vivienda para personas con movilidad reducida.
 - 1 vivienda en extremo de edificio.
 - Espacio comunitario polivalente (91.90 m²).
- **Planta cuarta:**
 - 20 viviendas estándar.
 - Espacio comunitario polivalente (91.90 m²).
- **Planta cubierta:**
 - Captadores solares y unidades exteriores de climatización.

PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

A continuación se adjuntará las plantas generales del conjunto:

Planta sótano



Planta baja



PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

Planta primera, segunda, tercera



Planta cuarta



PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

Planta cubierta



2. Normativa de aplicación.

La normativa de aplicación que se ha seguido para la realización del proyecto de fin de grado es la siguiente:

- Código Técnico de la Edificación (CTE) y sus documentos:
 - o Seguridad Estructural (CTE-DB-SE).
 - o Seguridad en caso de Incendio (CTE-DB-SI).
 - o Seguridad de Utilización y Accesibilidad (CTE-DB-SUA).
 - o Ahorro de Energía (CTE-DB-HE).
 - o Protección contra el Ruido. (CTE-DB-HR).
 - o Salubridad (CTE-DB-HS).
- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).
- Norma de Construcción Sismorresistente (NCSE-02).
- Reglamento de las Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).

3. Memoria Constructiva.

Los materiales que se han elegido en el proceso de diseño del proyecto atienden tanto a cuestiones estéticas como de seguridad y durabilidad. A su vez, los sistemas constructivos en los que se insertan estos materiales cumplen con la normativa marcada por el CTE en todos sus capítulos.

3.1. CIMENTACIÓN.

- Características del terreno:

Teniendo en cuenta que la función principal de la cimentación consiste en recibir las cargas de la estructura y transmitir las al terreno, el estudio del mismo será necesario para la elección de cimentación empleada.

Obteniendo los datos de un estudio geotécnico realizado en Cádiz en la zona de calle Brunete en el año 2009 tenemos los siguientes estratos:

En el informe se mencionan los siguientes estratos:

- Relleno. e = 1.5 m (0 a -1.5 m)
- Arena limosa amarilla. e = 1.7 m (-1.5 a -3.2 m)
- Arena limosa rojiza. e = 3.2 m (-3.2 a -6.4 m)
- Arena limosa marrón – piedra ostionera. e = a partir de -6.4 m

La cota a la que se realizará la cimentación para la planta sótano de aparcamientos es -5.00 m, en el estrato de terreno de arena limosa rojiza con una resistencia a la compresión (q_u) de 425 kPa. Dicha resistencia indica que el tipo de terreno está comprendido entre un suelo medio o compacto y un suelo duro, indicando esto que es favorable una cimentación superficial, según el CTE DB-SE-C. En el estudio geotécnico consultado el nivel freático estaba situado entre la cota -12.50 y -13.50 m, estando por debajo de cota de cimentación, aunque esta cota puede ser más alta en nuestra parcela, ya que se encuentra más cercana al mar.

- Losa de cimentación de hormigón armado.

En el caso de sótanos, se recomienda realizar la cimentación mediante una losa de hormigón armado la cual ocupará toda la planta del edificio transmitiendo toda la carga al terreno, lo que mejorará el comportamiento del edificio frente a movimientos del terreno a causa variaciones del mismo debido a la modificación de su humedad por el efecto de la expansividad.

La losa de cimentación será una losa continua y uniforme, de canto constante, y con un espesor de 90 cm. Debido al tamaño, a la forma del edificio y a la variación de cargas según las plantas que tenga, se realizarán varias juntas estructurales.

Se colocará un nervio de borde con el fin de absorber los esfuerzos locales de flexión y cortante, propios del perímetro. La cimentación se realizará inmediatamente después de haber terminado la excavación. Cuando esto no sea posible, se dejará de 10 a 15 cm por encima de la cota definitiva hasta el momento en que todo esté preparado para hormigonar.

Habrá que prestar especial atención a los puntos singulares como la rampa de acceso al garaje, el arranque de las escaleras, el foso del ascensor o el arranque de los pilares.

El grado de impermeabilidad frente a la penetración de agua y escorrentías exigido a los suelos que están en contacto con el terreno se obtiene de la tabla 2.3 del CTE DB-HS1, en función de la presencia de agua y el coeficiente de permeabilidad del terreno.

PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

La presencia de agua se considerará baja cuando la cara inferior del plano de cimentación se encuentra por encima del nivel freático. El grado de impermeabilidad será 1 o 2, en función del coeficiente de permeabilidad del terreno, el cual es un dato desconocido.

Las condiciones exigidas a cada solución constructiva, en función del tipo de muro, del tipo de suelo, del tipo de intervención en el terreno y del grado de impermeabilidad se obtienen en la tabla 2.4 del CTE DB-HS1.

Teniéndose en cuenta que el tipo de muro es flexorresistente, que el tipo de suelo es placa (losa), que no hay intervención en el terreno y un grado de impermeabilidad entre 1 y 2, corresponde la condición **C2+C3+D1**, con la siguiente solución constructiva;

- Terreno natural en la zona de cimentación (cota -5.50 m) Suelo de arena limosa marrón con piedra ostionera de tensión admisible. $q_u = 425 \text{ kPa}$
- Tongada de albero (compactado al 95%). e: 25 cm
- Encachado de grava (bolos diámetro 60 mm). e: 25 cm
- Film de polietileno casa Texsa. e: 1 mm
- Hormigón de limpieza (HM-20/P/20/IIa). e: 10 cm
- Losa de cimentación contra el terreno de hormigón armado (HA-25/B/20/IIa). Armadura de barras de acero corrugado B500S ($\varnothing 20$ #20 cm) y calzos de apoyo cada 1 metro. e: 90 cm

3.2. MURO DE CONTENCIÓN DE HORMIGÓN ARMADO.

El tipo de muro empleado para la contención del terreno en la excavación será un muro de hormigón armado con drenaje mediante conducción de PVC. Esto es posible puesto que la altura enterrada en sótano es inferior a dos plantas y dado que el nivel freático se encuentra por debajo de la cimentación.

La construcción de estos muros se realizará por bataches, por lo que la continuidad entre los diferentes tramos se establecerá mediante el solape de las armaduras (vertical y horizontal).

El hormigonado del muro nunca se realizará de consecutiva, sino que se irá alternando, al tresbolillo. Primero se ejecutará una parte del muro dejando doblada la armadura de espera, y transcurrida 48h se procede a la ejecución de la segunda fase desdoblado la armadura de la primera y solapándola con esta. A esto habría que sumar el fenómeno de estanqueidad, por lo cual tanto en juntas horizontales (unión de muro y losa) como verticales (unión entre distintas fases del muro) se dispondrá, junto con las armaduras de espera, bandas elásticas de PVC.

En la junta estructural se tendrá en cuenta que éstas se harán para permitir el movimiento de las estructuras, por lo cual no existirá armadura pasante entre estos tramos de muro y losa.

El grado de impermeabilidad frente a la penetración de agua y escorrentías exigido a los suelos que están en contacto con el terreno se obtiene de la tabla 2.3 del CTE DB-HS1, en función de la presencia de agua y el coeficiente de permeabilidad del terreno.

Al ser la presencia de agua baja, el valor del coeficiente de permeabilidad del terreno siempre será igual a 1.

PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

Las condiciones exigidas a cada solución constructiva, en función del tipo de muro, del tipo de suelo, del tipo de intervención en el terreno y del grado de impermeabilidad se obtienen en la tabla 2.2 del CTE DB-HS1.

Al ser el muro dispuesto de tipo flexorresistente (muro armado que resiste esfuerzos de compresión y flexión) y que es construido después del vaciado del terreno de sótano, corresponde la condición **I2+I3+D1+D5** con la siguiente solución constructiva:

- Lecho de asiento a base de hormigón en masa (HM-20/P/20/IIa).e:10 cm
- Colector de drenaje de PVC. \varnothing : 15 cm
- Encachado de grava (bolos diámetro 80 mm). e: 40 cm
- Impermeabilización mediante lámina de betún elastómero y refuerzo de fibra de poliéster casa Texsa. e: 1 mm
- Lámina geotextil de polipropileno casa Texsa. e: 1 mm
- Film de polietileno con refuerzo casa Texsa. e: 1 mm
- Muro de contención del terreno de hormigón armado hidrófugo. (HA-25/P/20/IIa). Armadura de barras de acero corrugado B500S (\varnothing 12 #20cm). e: 30 cm

3.3. ESTRUCTURA.

El requisito básico de la edificación establece que un edificio es seguro si se proyecta, construye y usa, de forma que se cumpla las siguientes exigencias básicas, resistencia y estabilidad y aptitud al servicio. Se trata de asegurar que el edificio tiene un comportamiento estructural adecuado frente a las acciones e influencias a las que pueda estar sometido durante su construcción y vida efectiva.

Puesto que el esquema estructural del edificio presenta luces no muy grandes (7.70 m la mayor), y que se trata de un edificio de viviendas, la estructura se realizará de hormigón armado, ya que se trata de un tipo más económico que el de las estructuras metálicas, que aunque son más rápidas en ejecución y montaje, necesitan de un personal más cualificado, además de un tratamiento continuo de protección contra la corrosión y el fuego, que incrementan su coste.

- Forjados.

Los vanos entre vigas se resuelven a todos los niveles con un forjado bidireccional de hormigón armado HA-25/B/20/IIIa con casetón de poliestireno expandido. Se procede a realizar un predimensionado rápido del canto útil de nuestro forjado. Obtenemos un canto de 35 cm que, referido al Anejo C del CTEDB-SE-AE y para una solución constructiva como esta, tiene un peso de 5 kN/m². El armado estará compuesto por barras de acero corrugado B500s.

- Pilares.

Los pilares se ejecutan con HA-25/B/20/IIIa y con barras de acero corrugado de acero B500s en continuidad de suelo a techo entre niveles, con unas dimensiones de 30x60 cm. Los pilares contarán con una altura de 3 m en todas las plantas, excepto en planta sótano que tendrán 3.50 m y planta baja que serán de 3.30 m.

- Escalera.

Las escaleras se resolverán mediante losa maciza de hormigón armado HA-25/B/20/IIIa y con barras de acero corrugado de acero B500s. La formación de peldaños se resolverá

mediante ladrillos hueco doble, siendo el revestimiento baldosa cerámica Street Caliza Antisplit de Porcelanosa.

3.4. ENVOLVENTE VERTICAL (FACHADAS).

- Fachada ventilada de placas de hormigón polímero.

La hoja exterior de la envolvente horizontal del conjunto residencial se resolverá mediante una fachada placas de hormigón polímero.

La elección de este material se debe a que permite ejecutar una solución de fachada ventilada rápida, en seco mediante elementos prefabricados, mejorando la eficiencia energética y con diversas posibilidades de acabado que permite la flexibilidad de criterios de diseño. También, como que es un material muy ligero, que se materializa mediante el empleo de las resinas, permite una gran facilidad de transporte, de colocación y montaje de las piezas en fachada. Otro aspecto relevante es el de la estanqueidad, ya que se comporta ante el agua con una absorción de un 0.15%. Su inalterabilidad ante los ciclos de hielo-deshielo y su alta resistencia frente a la corrosión química facilita y disminuye el coste y tiempo de mantenimiento del material.

o Exigencias básicas de la fachada.

Seguridad Estructural (DB-SE-AE)

La resistencia y la estabilidad serán las adecuadas para que no se generen riesgos indebidos, de forma que se mantenga la resistencia y la estabilidad frente a las acciones e influencias previsibles durante las fases de construcción y uso previstos de los edificios, y que un evento extraordinario no se produzca consecuencias desproporcionadas respecto a la causa original y se facilite el mantenimiento previsto.

Seguridad en caso de incendio (DB-SI-2).

Se limitará el riesgo de propagación del incendio por el exterior, tanto en el edificio considerado como a otros edificios.

La clase de reacción al fuego de los materiales que ocupen más del 10% de la superficie del acabado exterior de las fachadas o de las superficies interiores de las cámaras ventiladas que dichas fachadas puedan tener, será B-s3,d2 hasta una altura de 3.5 m como mínimo, en aquellas fachadas cuyo arranque inferior sea accesible al público desde la rasante exterior o desde una cubierta, y en toda la altura de la fachada cuando esta exceda de 18 m, con independencia de donde se encuentre su arranque.

Al tener los paneles de fachada una clasificación de reacción al fuego B-s2, d0 y el poliestireno extruido una clasificación A1, se cumple dicha condición.

Seguridad de utilización y accesibilidad (DB-SUA-1).

Existirán barreras de protección en desniveles, huecos y aberturas, balcones, ventanas, con una diferencia de cota mayor que 550 mm. Estas barreras tendrán al menos una altura de 900 mm (alturas de caída inferiores a 6 m) y 1100 mm en el resto de casos. No deben tener aberturas que puedan ser atravesadas por

PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

una esfera de 15 cm, y deben diseñarse de forma que no puedan ser escaladas. Tendrán una resistencia y una rigidez suficiente para resistir una fuerza de 1.6 kN/m, en cubiertas transitables accesibles y de 0.8 kN/m en el resto de casos.

Ahorro de Energía (DB-HE-1).

Limita la demanda energética de un edificio para reducir el consumo en climatización necesario para alcanzar el bienestar térmico, en función del clima de la localidad, orientación, uso del edificio y del régimen en verano e invierno. Además limita la transmitancia térmica de muros de fachada y huecos y limita condensaciones (superficiales e intersticiales). También fija la permeabilidad al aire de las carpinterías y cuida las partes de los cerramientos en las que se puedan formar puentes térmicos deben ser tratados adecuadamente, para limitar las pérdidas o ganancias de calor y evitar problemas higrotérmicos en los mismos.

Para obtener unos valores estimados de los valores de los parámetros característicos de la fachada, se analizará en primer lugar la zona climática que nos corresponde en el apéndice A y posteriormente se obtendrán dichos valores mediante el apéndice E.

La tabla B1 permite obtener la zona climática de una localidad en función de su ubicación y su altitud respecto al nivel del mar (h).

Cádiz, con una altitud de 9 metros sobre el nivel del mar le corresponde una zona climática B4.

De las tablas del apéndice E se obtiene que, para una zona climática B, la transmitancia térmica de fachadas es de 0.38. La lana de roca cumple con una conductividad térmica de 0.034 W/mK.

Protección frente a la humedad (DB-HS-1).

El grado de impermeabilidad mínimo exigido a las fachadas frente a la penetración de las precipitaciones se obtiene en la tabla 2.5 en función de la zona pluviométrica y del grado de exposición al viento correspondiente al lugar de ubicación del edificio.

Zona pluviométrica (Cádiz) → III

El grado de exposición al viento se obtiene en la tabla 2.6 en función de la altura de coronación del edificio sobre el terreno, de la zona eólica, y de la clase del entorno en el que está situado el edificio que será E0 cuando se trate de un terreno tipo I, II o III y E1 en los demás casos.

- Terreno tipo I: Borde del mar.
- Clase de entorno: E0
- Zona pluviométrica: III
- Zona eólica: C
- Altura del edificio: < 15 m
- Grado de exposición al viento: V2
- Grado de impermeabilidad mínimo exigido: 3

Para un cerramiento con revestimiento exterior, dos hojas y grado de impermeabilidad 3, las condiciones exigidas para las soluciones constructivas son las siguientes:

**PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)**

R1+ B1+ C1

Con las condiciones anteriores sería suficiente, no obstante, la fachada que colocamos cumple las condiciones R1+ B3 + C1.

- **R1:** Resistencia a la filtración del revestimiento exterior. El revestimiento exterior debe tener al menos una resistencia media a la filtración. Se considera que proporcionan esta resistencia los revestimientos discontinuos rígidos con una correcta fijación al soporte para garantizar su estabilidad, disposición en la cara exterior de la hoja principal de un enfoscado de mortero y correcta adaptación a los movimientos del soporte.
- **B3:** Barrera de resistencia muy alta a la filtración. Se consideran como tales una cámara de aire ventilada y un aislante no hidrófilo de las siguientes características:
 - o La cámara debe disponerse por el lado exterior del aislante.
 - o Debe disponerse en la parte inferior de la cámara y cuando ésta quede interrumpida, un sistema de recogida y evacuación del agua filtrada.
 - o El espesor de la cámara debe estar comprendido entre 3 y 10cm.
 - o Deben disponerse aberturas de ventilación (juntas abiertas en los revestimientos discontinuos de 5mm).
 - o Revestimiento continuo intermedio en la cara interior de la hoja principal.
- **C1:** Hoja principal de espesor medio. Se considera como tal una fábrica cogida con mortero de:
 - o 1/2 pie de ladrillo cerámico, que debe ser perforado o macizo.
 - o 12 cm de bloque cerámico, bloque de hormigón o piedra natural.

Conocidas todas las exigencias que debe cumplir la fachada del edificio, esta tendrá la siguiente configuración constructiva:

- Revestimiento de fachada ventilada ULMA ejecutado con placas de hormigón polímero fijadas a una subestructura de aluminio mediante anclajes ocultos. e = 11 mm.
- Aislamiento térmico compuesto por panel semirigido de lana de roca con juntas con lengüeta, densidad 50kg/m³, conductividad térmica 0.034W/m°C, tipo RockPlus-E220 o equivalente. Colocados entre montantes verticales de subestructura. e = 5 cm.
- Hoja interior de 1/2 pie de ladrillo perforado tomado con mortero de cemento M-5 con capa de embarrado hacia el exterior de resistencia alta a la filtración con mortero de cemento hidrófugo M-7.5a, categoría W2 de espesor 1 cm. e = 12.5 cm
- Enfoscado de mortero de cemento M-5, guarnecido y enlucido de yeso-perlita, acabado de pintura plástica mate a base de estireno-acrilicos tipo Sideral de Procolor o similar. e = 1.5 cm

3.5. ENVOLVENTE HORIZONTAL (CUBIERTAS).

Se contará con tres tipos de cubiertas planas; transitables con plots, en terrazas, galerías; no transitables con acabado de grava en la cubierta y castilletes; y vegetal en las zonas ajardinadas en planta baja.

- **Exigencias básicas de las cubiertas.**

Protección frente a la humedad (DB-HS1)

El grado de impermeabilidad exigido a las cubiertas es único e independiente de factores climáticos. Cualquier solución constructiva alcanza este grado de impermeabilidad siempre que se cumplan las condiciones indicadas a continuación.

Las cubiertas deben disponer de un sistema de formación de pendientes, tanto para cubiertas transitables y no transitables con una pendiente comprendida entre el 1 y el 5%, una lámina impermeabilizante, una capa separadora para evitar el contacto de materiales químicamente incompatibles, un aislante térmico hidrófugo, una capa de protección y un sistema de evacuación de aguas.

Se comprueba que la solución constructiva que adopta la cubierta del proyecto, definida anteriormente, cumple la exigencia básica de la protección frente a la humedad tanto en las cubiertas transitables como en las no transitables.

▪ **Condiciones de los puntos singulares**

Se dispondrán juntas de dilatación de la cubierta, siendo la distancia máxima de 15 m. Siempre que exista un encuentro con un paramento vertical o con una junta estructural, existirá junta de dilatación coincidiendo con ellos.

Las juntas afectarán a las distintas capas de la cubierta a partir del elemento que sirve de soporte. En las juntas debe colocarse un sellante dispuesto sobre un relleno introducido en su interior. El sellado debe quedar enrasado con la superficie de la capa de protección de la cubierta. Tendrá una anchura mínima mayor de 3 cm.

La impermeabilización se prolongará por el paramento vertical hasta una altura de 20 cm como mínimo por encima de la protección de la cubierta.

Para que el agua de las precipitaciones, o la que se deslice por el paramento, no se filtre por el remate superior de la impermeabilización, dicho remate se realizará mediante un perfil metálico inoxidable provisto de una pestaña que sirve de base a un cordón de sellado entre el perfil y el paramento. Al no llevar pestaña en su parte inferior, la arista será redondeada para evitar que pueda dañarse la lámina.

Los sumideros serán una pieza prefabricada, de un material compatible con el tipo de impermeabilización, que dispondrá de un ala de 10 cm de anchura como mínimo en el borde superior. Además estará provisto de un elemento de protección para retener los sólidos que puedan obturar la bajante. En las cubiertas transitables este elemento estará enrasado con la capa de protección y en cubiertas no transitables, este elemento sobresaldrá de la capa de protección.

El elemento que sirve de soporte de la impermeabilización estará rebajado alrededor de los sumideros lo suficiente para que después de haberse dispuesto el impermeabilizante siga existiendo una pendiente adecuada en el sentido de la evacuación. La impermeabilización será prolongada 10 cm como mínimo por encima de las alas y la unión será estanca.

PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

- **Cubierta plana transitable.**

Se encontrará en planta baja, galerías, terrazas y zona de acceso a la planta de cubierta del edificio. Responderá a la siguiente configuración constructiva:

- Formación de pendiente mediante (% variable) para evacuación de agua mediante arlita. e medio = 5 cm.
- Capa de regularización de mortero de cemento M-10. e = 1 cm.
- Impermeabilizante de lámina bituminosa elastómero con refuerzo de fibra de políester protegida mediante capas separadorean a base de lámina geotextil antipunzonante. e = 3 mm.
- Capa de protección de mortero de cemento M-10. e = 1.5 cm.
- Aislamiento térmico mediante panel rígido de poliestireno extruido de superficie lisa. e = 5 cm.
- Capa de protección de mortero de cemento M-10. e = 1.5 cm.
- Plots regulables de soporte de solería.
- Baldosas cerámicas tipo Street Caliza Antislip de Porcelanosa. (435x435x30 mm)

- **Cubierta plana no transitable.**

Este tipo de cubierta se situará en planta de cubierta y en la cubierta de los castilletes. Se compondrán de los siguientes elementos:

- Formación de pendiente mediante (% variable) para evacuación de agua mediante arlita. e medio = 5 cm.
- Capa de regularización de mortero de cemento M-10. e = 1 cm.
- Impermeabilizante de lámina bituminosa elastómero con refuerzo de fibra de políester protegida mediante capas separadorean a base de lámina geotextil antipunzonante. e = 3 mm.
- Capa de protección de mortero de cemento M-10. e = 1.5 cm.
- Encachado de grava (diámetro de bolos 60 mm). e = 15 cm.

- **Cubierta plana vegetal.**

Se situarán en las zonas ajardinadas de la planta baja con la siguiente configuración:

- Formación de pendiente mediante (% variable) para evacuación de agua mediante arlita. e medio = 5 cm.
- Capa de regularización de mortero de cemento M-10. e = 1 cm.
- Impermeabilizante de lámina bituminosa elastómero con refuerzo de fibra de políester protegida mediante capas separadorean a base de lámina geotextil antipunzonante. e = 3 mm.
- Capa de protección de mortero de cemento M-10. e = 1.5 cm.
- Lámina drenante de polietileno de alta densidad (HDPE). e = 3 cm.
- Lámina geotextil de polipropileno casa Texsa o similar. e = 1 mm.
- Sustrato vegetal. e = 30 cm.

3.6. PARAMENTOS INTERIORES.

Se contarán con dos tipos de paramentos interiores, dependiendo si las son particiones dentro de un mismo uso, o si separan estancias con diferentes usos:

- **Tabiques de placas de yeso laminado con perfilería oculta.**

Para las particiones interiores de distribución de viviendas y locales se emplearán tabiques de placas de yeso laminado con perfilería oculta. La elección de este tipo de tabique se debe a su versatilidad, ya que su desmontaje es mucho más sencillo, limpio y rápido, permitiendo los cambios de distribución en las viviendas y locales de una forma más eficiente.

Este tipo de tabique tendrá la siguiente configuración:

- 2 paneles de yeso laminado. $e = 1.25$ cm.
- Absorbente acústico. Lana mineral. Resistencia a compresión > 300 kPa, conductividad térmica 0.034 W/(mK), Euroclase A1 de reacción al fuego. $e = 5$ cm
- Estructura de montantes (verticales) y canales (horizontales) de acero galvanizado.
- 2 paneles de yeso laminado. $e = 1.25$ cm.

- **Tabicón de placas de yeso laminado con perfilería oculta.**

Este tipo de tabique se encuentra en las particiones entre diferentes locales y viviendas. El tabique seguirá el mismo esquema que en el caso anterior pero aumentará su espesor con el objetivo de ampliar el aislamiento térmico y acústico con respecto a los otros locales o viviendas colindantes.

Este tipo de tabique tendrá la siguiente configuración:

- 2 paneles de yeso laminado. $e = 1.25$ cm.
- Absorbente acústico. Lana mineral. Resistencia a compresión > 300 kPa, conductividad térmica 0.034 W/(mK), Euroclase A1 de reacción al fuego. $e = 5$ cm
- 1 panel de yeso laminado. $e = 1.5$ cm.
- Cámara de aire. $e = 1.5$ cm.
- 2 paneles de yeso laminado. $e = 1.25$ cm.
- Absorbente acústico. Lana mineral. Resistencia a compresión > 300 kPa, conductividad térmica 0.034 W/(mK), Euroclase A1 de reacción al fuego. $e = 5$ cm
- 2 paneles de yeso laminado. $e = 1.25$ cm.

3.7. ACABADOS DE SUELOS Y TECHOS.

3.7.1. Techos.

Tenemos que distinguir dos tipos de techos para los dos diferentes tipos de exposición: interior y exterior.

- **Techo de yeso laminado.**

Los falsos techos para el paso de instalaciones, tanto en el interior de las viviendas y locales serán de placas de yeso laminado de la casa Pladur, del modelo Basic, con acabado liso, sin perforaciones, y protección con pintura blanca especial. Irán anclados a los forjados mediante perfilería oculta de varillas roscadas de

PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

acero galvanizado. Estas placas tendrán unas dimensiones de 600 mm de ancho y 600 mm de longitud y un espesor de 15 mm.

- **Techo de placas de hormigón polímero:**

Este techo se encuentra en el exterior de viviendas, en terrazas y galerías. Será un falso techo registrable para instalaciones mediante placas de hormigón polímero fijadas a perfiles ocultos.

3.7.2. Suelos.

El recubrimiento de las caras superiores de los forjados se realiza según su uso y grado de exposición.

- **Solería de gres porcelánico.**

Se encuentra en el interior de las viviendas. El modelo de baldosa de gres porcelánico corresponde a la gama URBATEK, modelo AVENUE WHITE de PORCELANOSA. Las baldosas estarán tomadas con mortero de cemento M-7.

- **Solería de baldosas cerámicas.**

Estarán en el exterior de viviendas, terrazas y galerías, cubiertas, etc. El modelo de baldosa corresponde a la gama URBATEK modelo STREET CALIZA ANTISLIP de PORCELANOSA. Al estar en zonas de cubiertas las baldosas se colocarán sobre plots, de forma que la solería no tenga las pendientes de cubierta.

- **Solería de laminado plástico de alta presión (HPL)**

Se ubicarán en los diferentes locales de uso público del edificio. El laminado plástico de alta presión (HPL) es un revestimiento antiestático muy resistente a la abrasión, apto para los locales con zonas de alto tráfico.

4. Memoria estructural.

Debido a las características del terreno en el que se encuentra la ubicación del proyecto, se empleará un hormigón HA-25/B/20/IIa para cimentación y un hormigón HA-25/B/20/IIIa para el resto de la estructura, que presenta una resistencia característica a los 28 días $f_{ck}=25$ N/mm² y una resistencia de cálculo f_{cd} de 16.66 N/mm². La consistencia será blanda. El acero a emplear en las barras corrugadas es del tipo B500s y en los mallazos se empleará acero B500t.

4.1. Justificación del cumplimiento de la normativa.

El hormigón de proyecto tiene una resistencia característica a compresión (f_{ck}) a los 28 días de 25 N/mm², cumpliendo la limitación que establece el Art. 31.4. EHE-08, para el uso de hormigones armados. Además, este hormigón asegura el cumplimiento de los requisitos de durabilidad (contenido mínimo de cemento: 300 Kg/m³; y relación agua/cemento: 0.50) correspondiente al ambiente IIIa para el que se prescribe la obra. (Tabla 37.3.2.a. EHE-08)

La resistencia característica a tracción ($f_{ct,k}$) de este hormigón es relativamente baja, en torno a 1.8 N/mm², por lo que se suele despreciar. La resistencia cálculo (f_{cd}), a la que se le aplica la reducción del coeficiente parcial de seguridad ($\gamma_c=1.5$), se fija en 16.6 N/mm². (Art. 15. EHE-08)

La consistencia del hormigón será blanda, con un asentamiento en el cono de entre 6 a 9 cm. (Art. 31.5. EHE-08)

El tamaño máximo del árido empleado en proyecto es de 20 mm. A efectos de fabricación del hormigón, este tamaño debe ser menor a las prescripciones que regula la norma: no ser superior a 0.8 veces la distancia libre entre armaduras, 1.25 veces la distancia entre un borde y armadura, y 0.25 veces la dimensión mínima de la pieza. (Art. 28.3.1. EHE-08)

El ambiente para el que se prescribe la obra es IIa para la estructura en contacto con el terreno y IIIa para el resto, al estar en la cercanía del mar y poder sufrir corrosión por cloruros. . (Art. 8.2.1 EHE-08)

En cuanto al acero, se decide emplear un B500s para todos los elementos de armado, con un límite elástico (F_{yk}) mayor o igual a 500 N/mm², una carga unitaria de rotura (F_s) mayor o igual a 550 N/mm², un alargamiento de rotura mayor al 12% y un alargamiento baja carga máxima mayor a 5%. (Tabla 32.2.a. EHE-08). Además las barras deberán tener aptitud al doblado-desdoblado, manifestando la ausencia de grietas apreciables a simple vista. El diámetro para estas armaduras pasivas dependerá de la solicitud de cada elemento constructivo, dentro de una horquilla de entre 8 y 16 mm.

El recubrimiento de las armaduras vendrá definido por un recubrimiento mínimo, dado por la clase de exposición y la vida útil más un margen de recubrimiento de 10 mm por estar ejecutados in situ con un nivel de control normal. De esta manera en el caso de utilizar el hormigón de ambiente IIIa tendríamos un recubrimiento nominal de 35 mm (25+10) y en el caso del IIa sería de 25 mm (15+10).

PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

4.2. Acciones.

Se dispone de una tabla resumen en la que se especifican, a grandes rasgos, a qué acciones se verá sometida nuestra estructura, de modo que en los estudios que se hagan a continuación, estos cálculos sirvan de base.

TIPOS DE ACCIÓN			CARGAS
ACCIONES PERMANENTES (G)			
PESO PROPIO DEL FORJADO	FORJADO TIPO	Forjado bidireccional <0.35 m	5 kN/m ²
LOSA	Hormigón armado (0.20 m)		5 kN/m ²
LOSA CIMENTACIÓN	Hormigón armado (0.80 m)		20 kN/m ²
TABIQUERÍA			1.15 kN/m ²
PAVIMENTO 1	Baldosa hidráulica o cerámica (0.05 m de espesor)		0.8 kN/m ²
PAVIMENTO 2	Baldosa hidráulica o cerámica (0.03 m de espesor)		0.5 kN/m ²
CUBIERTA 1	Cubierta plana, recrecido, con impermeabilización vista protegida		1.5 kN/m ²
CUBIERTA 2	Cubierta plana, a la catalana o invertida con acabado de grava		2.5 kN/m ²
CERRAMIENTO 1	Tabicón u hoja simple de albañilería; grueso total < 0,14 m		5 kN/m
CERRAMIENTO 2	Placa hormigón polímero		0.32 kN/m ²
ACCIONES VARIABLES (Q)			
SOBRECARGA DE USO (CTE-DB-SE-AE, Apartado 3 Acciones variables)	Planta sótano (-4.00 m)	Categoría E	2 kN/m ²
	Planta baja*(-0.15 m)	Categoría C3/D1	5 kN/m ²
	Planta primera (+3.65 m)	Categoría A1	2 kN/m ²
	Planta segunda (+7.15 m)	Categoría A1	2 kN/m ²
	Planta tercera (+10.65 m)	Categoría A1	2 kN/m ²
	Planta cuarta (+14.15 m)	Categoría A1	2 kN/m ²
	Planta cubierta (+17.65 m)	Categoría F	1 kN/m ²
	Planta castillete (+21.15 m)	Categoría G1	1 kN/m ²
NIEVE (Cádiz)			0.2 kN/m ²
VIENTO**			
SISMO**			

*En planta baja se combinan usos comerciales con zonas de acceso público. Para la sobrecarga de uso de tomará la más desfavorable. En este caso ambas cargas tienen el mismo valor.

**Estas sobrecargas serían calculadas de forma fiable mediante un programa de cálculo, por lo que para el predimensionado no las utilizaremos.

PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

4.2.1. Cargas permanentes (G).

- **SUPERFICIALES:**

- Planta sótano (-4.00 m): Uso aparcamiento y trasteros: Losa + tabiquería = $22.5 \text{ kN/m}^2 + 1.15 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{23.65 \text{ kN/m}^2}$
- Planta baja (-0.15 m): Uso comercial y zonas comunes (se tomará el más desfavorable): Forjado + Cubierta 1 + Pavimento 2 = $5 \text{ kN/m}^2 + 1.5 \text{ kN/m}^2 + 0.5 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{7 \text{ kN/m}^2}$
- Planta primera (+3.65 m): Uso residencial: Forjado + Tabiquería + Pavimento 1 = $5 \text{ kN/m}^2 + 1.15 \text{ kN/m}^2 + 0.8 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{6.95 \text{ kN/m}^2}$
- Planta segunda (+7.15 m): Uso residencial: Forjado + Tabiquería + Pavimento 1 = $5 \text{ kN/m}^2 + 1.15 \text{ kN/m}^2 + 0.8 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{6.95 \text{ kN/m}^2}$
- Planta tercera (+10.65 m): Uso residencial: Forjado + Tabiquería + Pavimento 1 = $5 \text{ kN/m}^2 + 1.15 \text{ kN/m}^2 + 0.8 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{6.95 \text{ kN/m}^2}$
- Planta cuarta (+14.15 m): Uso residencial: Forjado + Tabiquería + Pavimento 1 = $5 \text{ kN/m}^2 + 1.15 \text{ kN/m}^2 + 0.8 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{6.95 \text{ kN/m}^2}$
- Planta cubierta (+17.65 m): Uso cubierta: Forjado + Cubierta 2 + Pavimento 2 = $5 \text{ kN/m}^2 + 2.5 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{7.5 \text{ kN/m}^2}$
- Planta castillete (+21.15 m): Uso cubierta: Forjado + Cubierta 2 + Pavimento 2 = $5 \text{ kN/m}^2 + 2.5 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{7.5 \text{ kN/m}^2}$

- **LINEALES:**

El peso que se observa en la tabla que nos sirve de base es en relación a una superficie de un metro cuadrado, por lo que para calcular el peso del cerramiento en cada planta se tendrá que relacionar con la altura de planta para averiguar la carga lineal que le corresponde:

- Panel hormigón polímero: $0.32 \text{ kN/m}^2 \cdot 3 \text{ m} = 0.96 \text{ kN/m}$

Esta cifra se suma al valor del tabicón de ladrillo perforado que sí viene ofrecido en carga lineal, obteniendo el siguiente valor de carga lineal de cerramiento:

$$5 \text{ kN/m} + 0.96 \text{ kN/m} = \mathbf{5.96 \text{ kN/m}}$$

4.2.2. Cargas variables (Q).

- **SOBRECARGA DE USO:**

- Planta sótano (-4.00 m): Trasteros = 3 kN/m^2
- Planta baja (-0.15m): Locales comerciales = 5 kN/m^2
- Planta primera (+3.65 m): Residencial = 2 kN/m^2
- Planta segunda (+7.15 m): Residencial = 2 kN/m^2
- Planta tercera (+10.65 m): Residencial = 2 kN/m^2
- Planta cuarta (+14.15 m): Residencial = 2 kN/m^2
- Planta cubierta (+17..65 m): Cubiertas accesibles únicamente para conservación = 1 kN/m^2
- Planta castillete (+21.15 m): Cubiertas accesibles únicamente para conservación = 1 kN/m^2

**PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)**

- **NIEVE:**

Situación: Cádiz (Cádiz): **0.20 kN/m²**

En Cádiz, como el CTE-DB-SE-AE Apartado 3 nos permite variar la carga de nieve de cálculo entre 0.2-0.9 kN/m² utilizaremos la primera cifra por ser extremadamente poco probable que nieve en Cádiz y que, además, caiga con tanta fuerza que pueda considerarse su peso en edificación.

- **VIENTO:**

Situación: Cádiz (Cádiz)

Zona eólica: C (Anejo D)

Velocidad básica del viento: 29 m/s (Anejo D)

Presión dinámica (qb): 0.52 kN/m² (Art.3.3.2)

Nota: Datos sacados del CTE-DB-SE-AE.

La acción del viento se calcula a partir de la presión estática qe que actúa en la dirección perpendicular a la superficie expuesta. El programa obtiene de forma automática dicha presión, conforme a los criterios del DB-SE AE, en función de la geometría del edificio, la zona eólica y grado de aspereza seleccionados, y la altura sobre el terreno del punto considerado:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

Donde:

qb = presión dinámica del viento. Para nuestra zona tiene un valor de 0.52 kN/m².

ce = coeficiente de exposición, determinado conforme a las especificaciones tabla 3.4 del SE-AE, en función del grado de aspereza del entorno y la altura sobre el terreno del punto considerado.

cp = coeficiente eólico o de presión, calculado según la tabla 3.5 del apartado 3.3.4, en función de la esbeltez del edificio en el plano paralelo al viento.

Se realizará el cálculo para un módulo estructural que estará delimitado por juntas estructurales

Para una esbeltez $\lambda_x=17/15= 1.13 \rightarrow c_p = 0.80 / c_s = -0.60$

Para una esbeltez $\lambda_y=17/35= 0.48 \rightarrow c_p = 0.70 / c_s = -0.40$

Edificio	Dirección del viento		qb	ce	cp	cs	qe (kN/m ²)
Ala norte	x	Presión	0.52	3.5	0.80		1.45
		Succión	0.52	3.5		-0.60	-1.09
	y	Presión	0.52	3.5	0.70		1.27
		Succión	0.52	3.5		-0.40	-0.73

- **SISMO:**

Situación: Cádiz (Cádiz)

Tipo de terreno: III (Suelo granular de compacidad media, o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme) (Art 2.4)

Aceleración sísmica básica (ab): 0.07

Coefficiente de contribución (k): 1.30

Tipo de la construcción: importancia normal

PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

Coefficiente adimensional de riesgo (ρ): 1 (Art 2.1)

Coefficiente del terreno (C): 1.6 (Tabla 2.1)

Coefficiente de amplificación del terreno (S): 1,28

Nota: Datos sacados de NCSE-02.

- **CARGAS TÉRMICAS Y REOLÓGICAS:**

De acuerdo al CTE-DB SE-AE, en el diseño del edificio se han tenido en cuenta las juntas de dilatación en función de sus dimensiones. Por tanto, no se han considerado en el dimensionado de la estructura.

4.3. Predimensionado.

4.3.1. Forjado.

- **CANTO DE FORJADO:**

o **Forjado $L_{\text{máx}} = 7.70$ m:**

- **Placas, losas y forjados bidireccionales sobre apoyos aislados. Según EHE-08, art.55.2.**

La luz máxima del forjado es 7.70 m.

Placas aligeradas de espesor constante, $L/28$ siendo L la mayor dimensión del recuadro.

L/d	L. máx. (m)	d EHE (cm)	Recubrimiento (r) (cm)	d+r=h (cm)	H empleado (cm)
28	7.70	27.5	3.5	31	35

Se elige por tanto un canto de forjado de 35 cm para todas las plantas.

- **Cantos mínimos. Según EHE 08, art 50.2.2.1.**

En vigas y losas de edificación, no será necesaria la comprobación de flechas cuando la relación luz/canto útil del elemento estudiado sea igual o inferior al valor indicado en la tabla 50.2.2.1.a.

Continuidad	L/d	L. máx. (m)	d EHE (cm)	Recubrimiento (r) (cm)	d+r=h	H empleado (cm)	Necesita comprobación de flecha
En 1 extremo	26	7.70	29.61	3.5	33.11	35	No
En 2 extremos	30	7.70	25.66	3.5	29.16	30	No
Voladizo	8	2.35	29.37	3.5	32.87	35	No

Se elige un canto de forjado de 35 cm para todas las plantas, ya que es el caso más desfavorable.

PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

- **ANCHO DE NERVIÓ.**

Limitación de ancho de nervio (Jiménez Montoya):

- o $b' \geq h/4 \geq 7\text{cm} = 7.5\text{ cm} \rightarrow$ Adoptaremos el mínimo que es 12 cm.

Para el caso de forjado de la planta sótano. Según el Anejo C del DB-SI al tener dicho elemento estructural una resistencia al fuego REI 120, el ancho de nervio debe ser de 16 cm. Siendo en el resto de forjados de 12 cm.

- **INTEREJE:**

$s \leq 100\text{ cm}$.

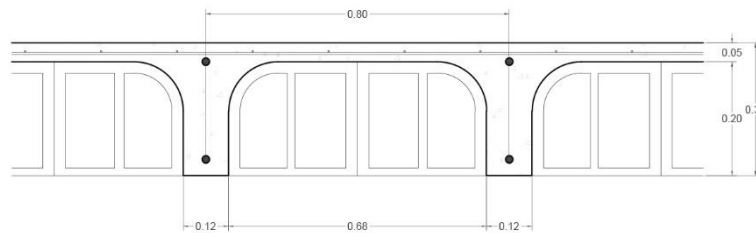
Utilizaremos un intereje de 70 cm.

- **CAPA DE COMPRESIÓN:**

- o Casetones perdidos: $e \geq 5\text{cm}$ (EHE-08)
- o Casetones recuperables: $e \geq bx/10 \geq 7\text{cm}$ (EHE-08)

Utilizaremos una capa de compresión de 5 cm, dejando los 30 cm restantes para la altura del casetón.

La sección tipo del forjado quedaría de la siguiente forma:



4.3.2. Pilares.

Para predimensionar los pilares, se toma el elemento más desfavorable, el que se somete a mayor carga, debido a su área de influencia, en este caso predimensionaremos el pilar P17. Aplicando las restricciones normativas y para el empleo de hormigón estructural, obtenemos que la sección mínima de este deba ser 25x25cm. Además, se tendrán en cuenta las especificaciones sísmicas:

- La relación entre la dimensión mayor y menor del rectángulo en el que se inscribe la sección transversal, no debe exceder de 2.5 (Anejo 10. EHE-08).
- En ductilidad alta la sección mínima de la sección transversal será de 25cm (Anejo 10. EHE-08).
- Si la aceleración sísmica de cálculo a_c es igual o superior a 0.16g, la dimensión mínima del pilar no será inferior a 0.30m (art. 4.5.3.1. NCSE-02). La baja sismicidad de la provincia de Cádiz, $a_c=0.07g$, nos permite ir a una sección mínima de 25 x 25 cm.

La especificación del hormigón para este proyecto, que ha quedado recogido en el punto 3.2 de esta memoria, será de tipo HA-25 con una resistencia de cálculo (fcd) de 16666 N/m².

Proceso de cálculo:

- **Planta cubierta.** Área de influencia: 39.90 m²
 - o $G_{\text{cubierta}} = 7.00\text{ kN/m}^2 \cdot 39.90\text{ m}^2 = 279.30\text{ kN}$
 - o $Q_{\text{cubierta}} = (1\text{ kN/m}^2 + 0.20\text{ kN/m}^2) \cdot 39.90\text{ m}^2 = 47.88\text{ kN}$

PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

$$G_{TOTAL} = 279.30 \text{ kN} \cdot 1.35 = 377.05 \text{ kN}$$

$$Q_{TOTAL} = 47.88 \text{ kN} \cdot 1.5 = 71.82 \text{ kN}$$

$$\text{Total carga Planta cubierta} = 377.05 \text{ kN} + 71.83 \text{ kN} = 448.88 \text{ kN}$$

Calculamos el área necesaria en m² de pilar:

$$f_{cd} = \frac{N_d}{A}, A = \frac{N_d}{f_{cd}}, A = \frac{448.88 \text{ kN}}{16666 \text{ N/m}^2} = 0.026 \text{ m}^2$$

$$\text{Pilar de } 25 \times 25 \text{ cm} \rightarrow 0.062 \text{ m}^2$$

- **Planta cuarta.** Área de influencia: 39.90 m²
 - o $G_{Pcuarta} = 6.95 \text{ kN/m}^2 \cdot 39.90 \text{ m}^2 = 277.30 \text{ kN}$
 - o $Q_{Pcuarta} = 2 \text{ kN/m}^2 \cdot 39.90 \text{ m}^2 = 79.80 \text{ kN}$

$$G_{TOTAL} = 277.30 \text{ kN} \cdot 1.35 = 374.35 \text{ kN}$$

$$Q_{TOTAL} = 79.80 \text{ kN} \cdot 1.5 = 119.70 \text{ kN}$$

$$\text{Total carga Planta cuarta} = 374.35 \text{ kN} + 119.70 \text{ kN} = 494.05 \text{ kN}$$

$$\text{Total carga edificio} = 448.88 \text{ kN} + 494.05 \text{ kN} = 942.93 \text{ kN}$$

Calculamos el área necesaria en m² de pilar:

$$f_{cd} = \frac{N_d}{A}, A = \frac{N_d}{f_{cd}}, A = \frac{942.93 \text{ kN}}{16666 \text{ N/m}^2} = 0.056 \text{ m}^2$$

$$\text{Pilar de } 25 \times 25 \text{ cm} \rightarrow 0.062 \text{ m}^2$$

- **Planta tercera.** Área de influencia: 39.90 m²
 - o $G_{Ptercera} = 6.95 \text{ kN/m}^2 \cdot 39.90 \text{ m}^2 = 277.30 \text{ kN}$
 - o $Q_{Ptercera} = 2 \text{ kN/m}^2 \cdot 39.90 \text{ m}^2 = 79.80 \text{ kN}$

$$G_{TOTAL} = 277.30 \text{ kN} \cdot 1.35 = 374.35 \text{ kN}$$

$$Q_{TOTAL} = 79.80 \text{ kN} \cdot 1.5 = 119.70 \text{ kN}$$

$$\text{Total carga Planta tercera} = 277.30 \text{ kN} + 79.80 \text{ kN} = 357.10 \text{ kN}$$

$$\text{Total carga edificio} = 448.88 \text{ kN} + 357.10 \text{ kN} + 494.05 \text{ kN} = 1476.98 \text{ kN}$$

Calculamos el área necesaria en m² de pilar:

$$f_{cd} = \frac{N_d}{A}, A = \frac{N_d}{f_{cd}}, A = \frac{1476.98 \text{ kN}}{16666 \text{ N/m}^2} = 0.088 \text{ m}^2$$

$$\text{Pilar de } 30 \times 30 \text{ cm} \rightarrow 0.09 \text{ m}^2$$

- **Planta segunda.** Área de influencia: 39.90 m²
 - o $G_{Psegunda} = 6.95 \text{ kN/m}^2 \cdot 39.90 \text{ m}^2 = 277.30 \text{ kN}$
 - o $Q_{Psegunda} = 2 \text{ kN/m}^2 \cdot 39.90 \text{ m}^2 = 79.80 \text{ kN}$

$$G_{TOTAL} = 277.30 \text{ kN} \cdot 1.35 = 374.35 \text{ kN}$$

$$Q_{TOTAL} = 79.80 \text{ kN} \cdot 1.5 = 119.70 \text{ kN}$$

$$\text{Total carga Planta tercera} = 277.30 \text{ kN} + 79.80 \text{ kN} = 357.10 \text{ kN}$$

$$\text{Total carga edificio} = 448.88 \text{ kN} + 357.10 \text{ kN} + 357.10 \text{ kN} + 494.05 \text{ kN} = 1971.03 \text{ kN}$$

Calculamos el área necesaria en m² de pilar:

PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

$$f_{cd} = \frac{Nd}{A}, A = \frac{Nd}{f_{cd}}, A = \frac{1971.03 \text{ kN}}{16666 \text{ N/m}^2} = 0.11 \text{ m}^2$$

Pilar de 30x40 cm \rightarrow 0.12 m²

- **Planta primera.** Área de influencia: 45.80 m²
 - o $G_{P\text{primera}} = 6.95 \text{ kN/m}^2 \cdot 39.90 \text{ m}^2 = 277.30 \text{ kN}$
 - o $Q_{P\text{primera}} = 2 \text{ kN/m}^2 \cdot 39.90 \text{ m}^2 = 79.80 \text{ kN}$

$$G_{\text{TOTAL}} = 277.30 \text{ kN} \cdot 1.35 = 374.35 \text{ kN}$$

$$Q_{\text{TOTAL}} = 79.80 \text{ kN} \cdot 1.5 = 119.70 \text{ kN}$$

$$\text{Total carga Planta tercera} = 277.30 \text{ kN} + 79.80 \text{ kN} = 494.05 \text{ kN}$$

$$\text{Total carga edificio} = 448.88 \text{ kN} + 494.05 \text{ kN} + 494.05 \text{ kN} + 494.05 \text{ kN} + 494.05 \text{ kN} = 2466.03 \text{ kN}$$

Calculamos el área necesaria en m² de pilar:

$$f_{cd} = \frac{Nd}{A}, A = \frac{Nd}{f_{cd}}, A = \frac{2466.03 \text{ kN}}{16666 \text{ N/m}^2} = 0.14 \text{ m}^2$$

Pilar de 30x50 cm \rightarrow 0.15 m²

- **Planta baja.** Área de influencia: 39.90 m²
 - o $G_{P\text{baja}} = 6.95 \text{ kN/m}^2 \cdot 39.90 \text{ m}^2 = 277.30 \text{ kN}$
 - o $Q_{P\text{baja}} = 5 \text{ kN/m}^2 \cdot 39.90 \text{ m}^2 = 199.50 \text{ kN}$

$$G_{\text{TOTAL}} = 277.30 \text{ kN} \cdot 1.35 = 374.35 \text{ kN}$$

$$Q_{\text{TOTAL}} = 199.50 \text{ kN} \cdot 1.5 = 299.25 \text{ kN}$$

$$\text{Total carga Planta baja} = 374.35 \text{ kN} + 299.25 \text{ kN} = 673.60 \text{ kN}$$

$$\text{Total carga edificio} = 448.88 \text{ kN} + 494.05 \text{ kN} + 494.05 \text{ kN} + 494.05 \text{ kN} + 494.05 \text{ kN} + 673.60 \text{ kN} = 3139.63 \text{ kN}$$

Calculamos el área necesaria en m² de pilar:

$$f_{cd} = \frac{Nd}{A}, A = \frac{Nd}{f_{cd}}, A = \frac{3139.63 \text{ kN}}{16666 \text{ N/m}^2} = 0.19 \text{ m}^2$$

Pilar de 40x60 cm \rightarrow 0.24 m²

Este predimensionado se realiza para analizar las medidas idóneas de cada tramo de pilar de cada planta para las solicitaciones a las que se verá sometido. Con el objetivo de homogeneizar la estructura y aumentar la facilidad constructiva se unificarán las medidas de los pilares. De esta forma la sección de los pilares será 30x60 cm en todas a las plantas menos en la planta de sótano, que serán de 40x60cm.

4.4.3. Viga.

Calcularemos el predimensionado para una viga de luz 6.62 m.

- o **Estados límites de servicio.**

Se realizará el predimensionado de la viga por el método simplificado según el artículo 50.2.2.

PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

En vigas y losas de edificación, no será necesaria la comprobación de flechas cuando la relación luz/canto útil del elemento estudiado sea igual o inferior al valor indicado en la tabla 50.2.2.1.a.

Para el pórtico de carga, la viga de luz 6.32 m se trata de una viga continua por ambos extremos fuertemente armada; según la tabla el canto es:

Continuidad	L/d	L. máx. (m)	d EHE (cm)	Recubrimiento (r) (cm)	d+r=h	H empleado (cm)	Necesita comprobación de flecha
En 2 extremos	20	6.32	31.5	3.5	35	35	No

○ **Estados límites últimos**

Para el pórtico de carga, la viga con luz 6.32 m se trata de una viga continua extremo fuertemente armada.

Calcularemos con la carga que actúa sobre el forjado,

Área de influencia: 18.70 m²

- $G = 6.95 \text{ kN/m}^2 \cdot 18.70 \text{ m}^2 = 129.96 \text{ kN} / 6.32 \text{ m} = 20.56 \text{ kN/m}$
- $Q = 2 \text{ kN/m}^2 \cdot 18.70 \text{ m}^2 = 37.40 \text{ kN} / 6.32 \text{ m} = 5.91 \text{ kN/m}$

$$G_{\text{TOTAL}} = 20.56 \text{ kN/m} \cdot 1.35 = 27.75 \text{ kN/m}$$

$$Q_{\text{TOTAL}} = 5.91 \text{ kN/m} \cdot 1.5 = 8.87 \text{ kN/m}$$

$$\text{Total carga} = 27.50 \text{ kN/m} + 8.87 \text{ kN/m} = 36.62 \text{ kN/m}$$

Para un vano aislado, el momento positivo en el punto central es $M = P \cdot L^2/8$, y los momentos negativos en los extremos son $M_e = M/4$

Momento en centro del vano aislado:

$$M = P \cdot L^2/8 = 36.62 \cdot 6.62^2 / 8 = 200.60 \text{ m kN}$$

Fijaremos el momento específico μ entre 0.18 y 0.375, para que la viga trabaje en dominio 3.

También debemos fijar el ancho de la viga (b). En este caso $\mu = 0.375$ y $b = 0.35 \text{ m}$.

El momento específico μ se calcula:

$$\mu = \frac{M}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2}$$

De aquí despejamos el canto de la viga d:

$$d^2 = \frac{M}{f_{cd} \cdot b \cdot \mu} = \frac{200.60}{16666 \cdot 0.35 \cdot 0.375} = 0.09 \rightarrow d = 0.30 \text{ m}$$

$$d + r = h \rightarrow 0.30 + 0.035 = 0.335 \text{ m}$$

La sección de la viga será finalmente de **0.35x0.35 m**.

4.4.4. Escaleras.

Para el cálculo del elemento estructural de las escaleras del núcleo residencial se considerarán estas como una losa biempotrada.

Las escaleras que configuran los núcleos de comunicación son cuatro escaleras de un tramo. Los arranques de todas las escaleras se producen en el nivel de cimentación en la planta sótano.

Para el predimensionado de la losa biempotrada, considerada 'elemento débilmente armado', al igual que en vigas no será necesaria la comprobación de flecha cuando la relación luz/canto útil (L/d) del elemento estudiado sea igual o inferior al valor indicado en la tabla 50.2.2.1.a. de le EHE-08.

Las escaleras cuentan con un ancho total de 1.20 metros y una longitud de 6.30 metros.

Según la tabla 50.2.2.1.1a de la EHE, para elementos débilmente armados, considerándose la losa de la escalera como losa simplemente apoyada, se obtiene una relación L/d=20. Obteniendo los siguientes cálculos:

Continuidad	L/d	L. máx. (m)	d EHE (cm)	Recubrimiento (r) (cm)	d+r=h	H empleado (cm)	Necesita comprobación de flecha
Viga simplemente apoyada	20	6.30	31.5	3.5	35	35	No

4.4. Valores de cálculo de las acciones.

- Situaciones de proyecto.

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- **Situaciones persistentes o transitorias**
 - Con coeficientes de combinación

$$\sum \gamma_{Gj} \cdot G_{kj} + \gamma_{Q1} \cdot \psi_{p1} \cdot Q_{k1} + \sum \gamma_{Qi} \cdot \psi_{ai} \cdot Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum \gamma_{Gj} \cdot G_{kj} + \gamma_{Q1} + \sum \gamma_{Qi} \cdot Q_{ki}$$

- **Situaciones sísmicas:**

- Con coeficientes de combinación

$$\sum \gamma_{Gj} \cdot G_{kj} + \gamma_{AE} \cdot A_E + \sum \gamma_{Qi} \cdot \psi_{ai} \cdot Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum \gamma_{Gj} \cdot G_{kj} + \gamma_{AE} \cdot A_E + \sum \gamma_{Qi} \cdot Q_{ki}$$

PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

Siendo:

G_k = Acción permanente

Q_k = Acción variable

A_E = Acción sísmica

γ_G = Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

γ_Q = Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

Ψ = Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

γ_{AE} = Coeficiente parcial de seguridad de la acción sísmica

- **Coeficientes parciales de seguridad para acciones.**

o **Estados límite últimos. Art. 12.1, EHE-08.**

	Situación persistente o transitoria		Situación accidental	
	Favorable	Desfavorable	Favorable	Desfavorable
Permanente	1.00	1.35	1.00	1.00
Perm. no constante	1.00	1.50	1.00	1.00
Variable	1.00	1.50	0.00	1.00
Accidental	-	-	1.00	1.00

o **Estados límite de servicio. Art. 12.2, EHE-08.**

	Favorable	Desfavorable
Permanente	1.00	1.00
Perm. no constante	1.00	1.00
Variable	0.00	1.00

- **Combinación de acciones. Art. 13, EHE-08.**

Para cada una de las situaciones estudiadas se establecerán las posibles combinaciones de acciones. Una combinación de acciones consiste en un conjunto de acciones compatibles que se considerarán actuando simultáneamente para una comprobación determinada.

Cada combinación, en general, estará formada por las acciones permanentes, una acción variable determinante y una o varias acciones variables concomitantes. Cualquiera de las acciones variables puede ser determinante.

o **Estados límite últimos.**

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Situaciones permanentes o transitorias:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} G_{k,j}^* + \gamma_P P_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{0,i} Q_{k,i}$$

- Situaciones accidentales:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} G_{k,j}^* + \gamma_P P_k + \gamma_A A_k + \gamma_{Q,1} \Psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

- Situaciones sísmicas:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} G_{k,j}^* + \gamma_P P_k + \gamma_A A_{E,k} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Siendo,

$G_{k,j}$ = Valor característico de las acciones permanentes.

$G_{k,j}^*$ = Valor característico de las acciones permanentes de valor no constante.

P_k = Valor característico de la acción del pretensado.

$Q_{k,1}$ = Valor característico de la acción variable determinante.

$\Psi_{0,i} Q_{k,i}$ = Valor representativo de combinación de las acciones variables concomitantes.

$\Psi_{1,1} Q_{k,1}$ = Valor representativo frecuente de la acción variable determinante.

$\Psi_{2,i} Q_{k,i}$ = Valores representativos cuasipermanentes de las acciones variables con la acción determinante o con la acción accidental.

A_k = Valor característico de la acción accidental.

$A_{E,k}$ = Valor característico de la acción sísmica.

- **Estados límite de servicio.**

Para estos estados límite se consideran únicamente las situaciones de proyecto persistentes y transitorias. En estos casos, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Combinación poco probable o característica:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} G_{k,j}^* + \gamma_P P_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{0,i} Q_{k,i}$$

- Combinación frecuente:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} G_{k,j}^* + \gamma_P P_k + \gamma_{Q,1} \Psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

- Combinación cuasipermanente:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} G_{k,j}^* + \gamma_P P_k + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

4.5. Cimientos.

Para obtener la información del terreno de cara al diseño de la cimentación de los edificios de proyecto se ha tomado como referencia un estudio geotécnico realizado en Cádiz en la zona de calle Brunete en el año 2009.

En el informe se mencionan los siguientes estratos:

- **Estrato 1: Relleno. Arena limosa marrón con restos antrópicos.**
 - Descripción: Relleno de naturaleza predominantemente areno-limosa de coloración marrón. Presenta algunos restos antrópicos como fragmentos de hormigón, ladrillos, cerámica, etc. con algunas gravas subangulosas areniscosas y síliceas.
 - Cota: 0 m a – 1.5 m.
 - Compacidad: Suelta – media.
- **Estrato 2: Cuaternario - depósito costero reciente: arena limosa marrón amarillenta de textura homogénea.**
 - Descripción: Arena limosa marrón clara-amarillenta de textura homogénea con algo de restos bioclásticos e indicios de carbonatos. Este material se asocia a los depósitos costeros recientes que forman la costa gaditana.

PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

- Cota: - 1.5 m a – 3.2 m.
- Compacidad: Suelta – media.

- **Estrato 3: Plio - cuaternario: arenas limosas rojizas.**
 - Descripción: Litológicamente este nivel se ha reconocido como una arena limosa rojiza con intercalaciones arcillosas, algo de grava y gravilla silíceas y nódulos carbonatados.
 - Cota: - 3.2 m a – 6.4 m.
 - Compacidad: Media a compacta.

- **Estrato 4: Sustrato plioceno. Arena limosa marrón clara amarillenta con intercalaciones de cementación variable “piedra ostionera”.**
 - Descripción: Litológicamente constituye el sustrato de la zona, formado por una arena limosa marrón clara amarillenta con intercalaciones de roca biocalcarenítica, conocida localmente como roca ostionera.
 - Cota: A partir de - 6.4 m.
 - Compacidad: Densa.

El nivel freático es general bajo toda la ciudad y su profundidad de aparición depende de la cota topográfica de la ciudad considerada; este nivel está sujeto a oscilaciones de mareas. En el caso del estudio consultado el nivel freático se situaba entre la cota – 12.50 y - 13.50 m en condiciones de pleamar. Esta cota puede ser más alta en nuestra parcela ya que se encuentra en un lugar más cercano al mar que el lugar de medición.

4.5.1. Losa de cimentación.

La elección de este método de cimentación viene por la necesidad de incorporar una planta de sótano para garaje y trasteros, esto unido a la gran carga que transmiten en el sótano los pilares de la zona en las que encontramos el edificio frente a los que no, es deducible que se producirá un aumento de las posibilidades de sufrir asientos diferenciales en el caso de utilizar otro sistema de cimentación. Por ello, se opta por la solución de la losa. De esta forma, se reducirá el tiempo total y la dificultad del vaciado del terreno hasta llegar al firme, suponiendo esto un ahorro económico. Para el predimensionado seguiremos las directrices de Jiménez Montoya, el cual nos dice que el canto total de la losa de cimentación variará en función de la disposición económica, pues al disminuir el canto aumentará la armadura de la misma, aunque no proporcionalmente. Aun así, propone un orden de magnitud mediante la siguiente fórmula (Jiménez Montoya): $h = (10l + 30\text{cm})$, siendo l la longitud media entre pilares (en metros). Para nuestro caso:

$$h = (10 \cdot 5.55 + 30) = 85.5 \text{ cm}$$

La dimensión final será de **90 cm**.

5. Protección contra incendios.

En los siguientes apartados se establecen las directrices que se han seguido en el proyecto para justificar el cumplimiento del CTE-DB-SI.

5.1. Propagación interior.

- SECTORES DE INCENDIO.

Se establecen los siguientes sectores de incendio:

SECTOR	USO	SUPERFICIE	RESISTENCIA COMPARTIMENTACIÓN
Sector 1	Aparcamiento	4159 m ²	EI120
Sector 2	Vivienda	1734 m ²	EI60
Sector 3	Vivienda	1734m ²	EI60
Sector 4	Vivienda	1734 m ²	EI60
Sector 5	Vivienda	1459 m ²	EI60
Sector 6	Comercial	117 m ²	EI90
Sector 7	Comercial	195 m ²	EI90
Sector 8	Administrativo	291 m ²	EI60
Sector 9	Comercial	29 m ²	EI90
Sector 10	Pública concurrencia	306 m ²	EI90
Sector 11	Pública concurrencia	107 m ²	EI90
Sector 12	Comercial	62 m ²	EI90

- LOCALES DE RIESGO ESPECIAL.

Para clasificar los locales y zonas de riesgo especial según su nivel de riesgo y obtener las condiciones que deben tener se consultará la tabla 2.1 y la tabla 2.2 respectivamente. Los locales y zonas de riesgo especial en la parcela y sus condiciones son:

DENOMINACIÓN	LOCAL DE RIESGO ESPECIAL	USO	SUPERFICIE	RESISTENCIA COMPARTIMENTACIÓN
LREM1	Medio	Trasteros	159.65 m ²	EI120
LREB2	Bajo	Trasteros	69.45 m ²	EI90
LREM3	Medio	Trasteros	174.70 m ²	EI120
LREB4	Bajo	Local de contadores de electricidad	38.20 m ²	EI90
LREB5	Bajo	Almacén de residuos	5.70 m ²	EI90
LREB6	Bajo	Lavandería	17.15 m ²	EI90
LREB7	Bajo	Centro de transformación	23.90 m ²	EI90
LREB8	Bajo	Vestuarios	39.50 m ²	EI90
LREB9	Bajo	Almacén de residuos	7.75 m ²	EI90
LREB10	Bajo	Cocina	14.15 m ²	EI90

PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

Los diferentes sectores de incendio son atravesados por diferentes conductos portadores de instalaciones tales como fontanería, saneamiento o electrotecnia. En este caso, se dispondrán de elementos que en caso de incendio obture automáticamente la sección de paso (Art. 3.3.a).

5.2. Propagación exterior.

A la hora del diseño del edificio se ha tenido en cuenta los diferentes apartados del DB-SI 2 para impedir la propagación exterior en caso de incendio tales como distancias mínimas entre huecos de fachada, reacción de los materiales de la fachada que ocupen más del 10% de la superficie del acabado exterior o materiales que componen la cubierta para impedir la propagación a edificios adyacentes.

5.3. Evacuación de ocupantes.

- Cálculo de ocupación.

Para calcular la ocupación deben tomarse los valores de densidad de ocupación en función de la superficie útil de cada zona, salvo cuando sea previsible una ocupación mayor o bien cuando sea exigible una ocupación menor en aplicación de alguna disposición legal de obligado cumplimiento. Se debe tener en cuenta el carácter simultáneo o alternativo de las diferentes zonas de un edificio, considerando el régimen de actividad y de uso previsto para el mismo. No se tendrán en cuenta a efectos de cálculo de ocupación las zonas de ocupación ocasional y accesible sólo a efectos de mantenimiento como salas de máquinas, locales para material de limpieza, etc. Su ocupación se define como nula.

SECTOR	USO	SUPERFICIE	NÚMERO DE CAMAS DOB/IND	OCUPACIÓN
Sector 1	Aparcamiento	4159 m ²		104
Sector 2	Vivienda	1734 m ²	24/48	105
Sector 3	Vivienda	1734 m ²	24/48	105
Sector 4	Vivienda	1734 m ²	24/48	105
Sector 5	Vivienda	1459 m ²	20/40	85
Sector 6	Comercial	117 m ²		60
Sector 7	Comercial	195 m ²		100
Sector 8	Administrativo	286 m ²		30
Sector 9	Comercial	29 m ²		15
Sector 10	Pública conurrencia	306 m ²		62
Sector 11	Pública conurrencia	107 m ²		72

- Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación.

En cuanto al número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación tenemos la siguiente situación:

- o El edificio de viviendas pese a no exceder la ocupación de 500 personas tendrá más de una salida de planta. En este caso se colocarán un total de cuatro salidas de planta para cumplir con los recorridos de evacuación. Al disponer el edificio de galerías exteriores, en las cuales el riesgo de declaración de un incendio es irrelevante, la longitud de los recorridos de evacuación será como máximo 75 m, cumpliendo en este

PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

caso. Las escaleras se consideran Escaleras Abiertas al Exterior y son por lo tanto Especialmente Protegidas.

- En el sector aparcamiento existirán 4 salidas, y sus recorridos de evacuación no deben exceder de 50 metros, cumpliendo también en este caso.
- En los sectores comerciales al tener menos de 100 ocupantes y menos de 25 m de recorrido de evacuación contarán con una única salida por cada local.
- En el sector administrativo, al tener una ocupación superior de 25 personas y un recorrido de evacuación mayor a 25 metros desde su puerta principal se tiene la obligación de tener que colocar una segunda salida, por lo tanto se contará con 2 salidas y recorridos de evacuación máximos de 50 metros, lo cual se cumple.
- En el sector pública concurrencia que corresponde al gimnasio se tiene el mismo caso que en el sector administrativo, por tanto habrá dos salidas y recorridos de evacuación máximos de 50 metros.
- En el sector pública concurrencia que corresponde a la cafetería habrá una única salida, ya que su ocupación es menor a 100 personas y su recorrido de evacuación es inferior a los 25 metros.

- **Dimensionado de los medios de evacuación.**

El dimensionado de los medios de evacuación responderá a las siguientes directrices:

- Puertas de paso $A > P/200 > 0.80$ m
 - Viviendas: Todas las puertas de las viviendas deberán de cumplir el ancho mínimo ya que el número de ocupantes (P) es menor de 160 personas. $A \text{ mín.} = 0.80$ m
 - Sala coworking, locales comerciales, lavandería, gimnasio y cafetería: En todos estos locales el número de ocupantes (P) es menor de 160 personas, las puertas deberán de cumplir el ancho mínimo. $A \text{ mín.} = 0.80$ m
 - Aparcamiento: El garaje tiene una ocupación de 104 personas, como dispone de 4 salidas de planta; $104/4 = 26$ personas por salida, de nuevo nos encontramos en la situación de que (P) es menor de 160 personas. $A \text{ mín.} = 0.80$ m
- Pasos, pasillos y rampas en zonas al aire libre: $A \geq P/600$
 - Galerías exteriores: De nuevo el número de ocupantes es menor de 160 personas por planta y por lo tanto basta con que las galerías cumplan el ancho mínimo. $A \text{ mín.} = 1.00$ m
- Escaleras.
 - Escaleras en zonas al aire libre: $A \geq P/480$. Evacuación descendente.
Según se indica en el apartado 4.1 Criterios para la asignación de los ocupantes:
El cálculo para escaleras protegidas se ha realizado considerando bloqueada una planta de la escalera a calcular.
A continuación se adjuntan las tablas con las diferentes hipótesis de proximidad y de bloqueo de cada escalera, necesarias para calcular el número de ocupantes de cada una de ellas:

PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

PB + 4				
	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 4
Proximidad	40	16	17	12
Hip. 1	X	56	17	12
Hip. 2	48	X	25	12
Hip. 3	40	21	X	24
Hip. 4	36	16	29	X
PB + 3				
Proximidad	40	16	17	36
Hip. 1	X	56	17	36
Hip. 2	48	X	25	36
Hip. 3	40	21	X	48
Hip. 4	40	16	53	X
PB + 2				
Proximidad	40	16	17	36
Hip. 1	X	56	17	36
Hip. 2	48	X	25	36
Hip. 3	40	21	X	48
Hip. 4	40	16	53	X
PB + 1				
Proximidad	40	16	17	36
Hip. 1	X	56	17	36
Hip. 2	48	X	25	36
Hip. 3	40	21	X	48
Hip. 4	40	16	53	X

A partir de esto, se obtiene la ocupación total de cada escalera y su dimensión. Calcularemos la escalera 1, que es la más desfavorable.

Cálculo de la Escalera 1:

Escalera 1	Proximidad	Bloqueo
PB + 4	40	48
PB + 3	40	48
PB + 2	40	48
PB + 1	40	48

El cálculo de la ocupación se hace sumando la hipótesis de bloqueo más desfavorable más las ocupaciones sin bloqueo del resto de plantas.

$$P = 48 + (40 + 40 + 40) = 168 \text{ personas}$$

Una vez que se tiene la ocupación, averiguamos el ancho de la escalera según: $A \geq P/480$

$$A \geq 168/480 \rightarrow A \geq 0.35 \text{ m}$$

El ancho mínimo de la escalera se obtiene del DB- SUA1 en el apartado 4.2.2 y la tabla 4.1 Escaleras de uso general. Anchura útil mínima de tramo en función del uso, para Residencial Vivienda:

$$A_{\text{min.}} = 1.00 \text{ m}$$

PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

- Escaleras protegidas: $E \leq 3 S + 160 As$. Evacuación ascendente. En la planta de aparcamiento la evacuación es ascendente, a continuación se seguirá el mismo proceso que en la evacuación descendente para calcular las hipótesis de bloqueo. La asignación de los ocupantes no se hará a partes iguales, si no según la cercanía a las diferentes salidas de planta.

Planta sótano				
	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 4
Proximidad	36	13	37	18
Hip. 1	X	36	49	18
Hip. 2	39	X	47	18
Hip. 3	44	31	X	28
Hip. 4	36	13	55	X

Calcularemos la escalera 3, que es la más desfavorable.

Cálculo de la Escalera 3:

Escalera 3	Proximidad	Bloqueo
Planta sótano	37	55

Cálculo del ancho de la escalera:

$$S = 39.95 \text{ m}^2$$

$$As = [55 - (3 \cdot 39.95)] / 160 = - 0.40 \text{ m}$$

$$A \text{ min.} = 1.00 \text{ m}$$

o Salidas de edificio.

Para el cálculo del ancho de la salida de edificio seguimos el DB_SI 3, apartado 4.1.3.

Existen dos formas de realizar el cálculo:

a) $(160 \cdot \text{ancho escalera}) / 200$

b) $N^\circ \text{ personas} / 200$, Cuando $N^\circ \text{ personas} < 160 \cdot \text{ancho escalera}$

- Salidas conectadas a cada caja de escaleras. Se calculará la salida correspondiente a la escalera 1 al ser la más desfavorable.

a) $(160 \cdot 1.20 \text{ m}) / 200 = 0.96 \text{ m}$

b) $N^\circ \text{ personas} / 200$

$N^\circ \text{ personas: } 150 + 44 = 194$

$194 > (160 \cdot 1.20 = 192) \rightarrow A = 0.96 \text{ m}$

Todas las salidas de los núcleos de comunicaciones de las viviendas tendrán la misma anchura: $A = 1.00 \text{ m}$

- Salidas locales comerciales, sala coworking, lavandería, gimnasio y cafetería.

Las cuáles coinciden con sus respectivas salidas de planta.

a) Estos recintos no poseen escaleras.

b) $N^\circ \text{ personas} / 200$

$N^\circ \text{ personas (cafetería, al ser la más desfavorable): } 72$

$72 / 200 = 0.36 \text{ m}$

La anchura final de los locales comerciales serán $A = 1.00 \text{ m}$, mientras que para la sala coworking, lavandería, gimnasio y cafetería serán $A = 1.50 \text{ m}$ debido al carácter público de los mismos.

- **Puertas situadas en recorridos de evacuación.**

Las puertas previstas como Salida de Planta o de Edificio, y las previstas para la evacuación de más de 50 personas, o más de 200 personas en edificios de uso Residencial; serán abatibles con eje de giro vertical y un sistema de cierre que, o bien no actuará mientras haya actividad en las zonas a evacuar, o bien consistirá en un dispositivo de fácil y rápida apertura desde el lado del cual provenga la evacuación. Cuando las puertas abran hacia el exterior, la hoja no puede invadir la vía pública en más de 15 cm.

- **Señalización de los medios de evacuación.**

Se dispone de señalización fotoluminiscente según norma UNE 23035-1:2003 de los recintos de evacuación en los siguientes casos:

- o Salida de recinto, planta o edificio con una señal con el rótulo "SALIDA", según norma UNE 230034:1988.
- o Recorrido de evacuación con su correspondiente dirección visible desde todo origen de evacuación, según norma UNE 23034:1988.
- o Puntos de los recorridos de evacuación donde existan alternativas.

A su vez, se señalarán las instalaciones manuales de protección contra incendio mediante la norma UNE 23033-1 de la siguiente forma:

- o Señal de dimensiones 210x201 mm cuando la distancia de observación no exceda de 10 m.
- o Señal de dimensiones 420x420 mm cuando la distancia de observación de la señal esté comprendida entre 10 y 20 m.
- o Señal de dimensiones 594x594 mm cuando la distancia de observación de la señal esté entre 20 y 30 m.

5.4. Instalaciones de protección contra incendios.

Se dispondrán de las siguientes instalaciones de protección activa:

- **Hidrantes exteriores.**

Uno si la superficie total construida está comprendida entre 5.000 y 10.000 m², uno más por cada 10.000 m² adicionales.

La superficie total construida del conjunto es de 17858 m², con lo cual se dispondrá de dos hidrantes de columna mojada de arqueta, de dos bocas de 70 mm.

Dichos hidrantes estarán situados a menos de 15 m de la fachada y con una separación entre ellos de 80 m, la zona a proteger debe de encontrarse en un radio de < 40 m.

Se abastecen de la red pública.

- **Extintores portátiles.**

Se colocarán por todo el edificio, uno de eficacia 21A-113B cada 15 metros de recorrido, como máximo, desde todo origen de evacuación. También se dispondrá de un extintor en el exterior de los locales definidos como de riesgo especial y próximo a la puerta de acceso, el cual podrá servir simultáneamente a varios locales o zonas. Los extintores se colocarán en paramento vertical o pilar, a una cota sobre el suelo de 1.70 m, generalmente en las zonas comunes.

- **Boca de incendio equipada (BIE).**

Las BIEs se colocarán en el sector de aparcamiento. Las bocas de incendio serán de 25mm de diámetro con longitud de 20+5 metros. Empotradas en pared en los huecos preparados para ello o en armarios ,en ambos casos de dimensiones 80x60X28 cm con vidrio delantero con la señal de "ROMPASE EN CASO DE INCENDIO".

El número y distribución de las BIE en un sector de incendio, en espacio diáfano, será tal que la totalidad de la superficie del sector de incendio en que estén instaladas quede cubierta por una BIE, considerando como radio de acción de esta la longitud de su manguera incrementada en 5 m. Se han colocado 6 BIEs en garaje que cumplen las exigencias mencionadas. La red de tuberías deberá funcionar durante una hora, como mínimo, en la hipótesis de funcionamiento simultáneo de las 2 BIEs más desfavorables.

- **Sistema de detección de incendios.**

La instalación de sistemas automáticos de detección de incendios hace posible la transmisión de una señal (automáticamente mediante detectores o manualmente mediante pulsadores) desde el lugar en que se produce el incendio hasta una central vigilada. La instalación se dispone con una serie de anillos o bucles inteligentes, uno que conecta todo el edificio con la central microprocesadora.

La colocación de dichos detectores sólo será necesario en el aparcamiento, ya que excede los 500 m² de superficie construida. Se colocarán detectores iónicos térmicos tanto en los cuarto de instalaciones como en el aparcamiento. Los detectores se colocarán de forma que abarquen un área de 40 m² con una separación de unos 5 metros. En los cuartos de instalaciones se colocarán uno por local, si dicho local sobrepasa la superficie antes mencionada se colocará un segundo detector.

Además se colocarán pulsadores manuales situados a cada salida de planta, a una altura de 1'5 m; y 4 alarmas, que transmitirán señales acústicas y visuales, una junto a cada salida de planta, ya que se consideran necesarias debida a la gran dimensión que tiene el aparcamiento.

- **Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios.**

Para los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, etc) se han previsto señales diseñadas según la norma UNE23033-1.

Las que se disponen fotoluminiscentes cumplen lo establecido en la norma UNE 23035 4 1999.

- o 210 x 210 mm, para distancia de observación menor de 10 m.
- o 420 x 420 mm, para distancia de observación entre 10 y 20 m.
- o 594 x 594 mm, para distancia de observación entre 20 y 30 m.

5.5. Intervención de los bomberos.

- **Aproximación a los edificios:**

Los viales de aproximación a los espacios de maniobra a los que se refiere el siguiente apartado cumplen:

- o Anchura mínima libre > 3.5 m
- o Altura mínima libre o gálibo >4.5 m
- o Capacidad portante del vial 20 kN/m²

- **Accesibilidad por fachada:**

Las fachadas del edificio deben disponer de huecos que permitan el acceso desde el exterior al personal del servicio de extinción de incendios. Dichos huecos cumplen:

- Facilitar el acceso a cada una de las plantas del edificio, de forma que la altura del alféizar respecto del nivel de la planta a la que se accede no sea mayor que 1.20m.
- Sus dimensiones horizontal y vertical deber ser, al menos, 0.80m y 1.20m respectivamente.

6. Memoria de instalaciones.

6.1. Red de saneamiento.

- Descripción de la instalación.

Consultando el PGOU de Cádiz se ha comprobado que la ciudad extramuros cuenta con una red de saneamiento separativa, por tanto nuestro proyecto debe cumplir con tal requisito.

Se ha proyectado una red separativa de aguas pluviales y residuales, tanto en su componente horizontal como vertical. El esquema general de la red de saneamiento se ha diseñado de la forma más sencilla posible, de forma que la evacuación se produzca por gravedad con la velocidad adecuada para evitar la erosión y la sedimentación.

La red de recogida de aguas residuales se ejecutará bajo el forjado de la planta a la que sirve con una pendiente mínima del 2% y estarán conectados al bajante residual, que estará convenientemente ventilado hasta cubierta por lo dispuesto en el CTE-DB-HS.

Los aparatos dentro de los núcleos húmedos pertenecientes a baños estarán conectados directamente a un bote sifónico, mientras que el aparato correspondiente al inodoro estará conectado directamente al bajante por un conducto de diámetro $\varnothing 110\text{mm}$.

En cocinas los aparatos irán mediante canalizaciones directamente al bajante residual sin pasar por ningún bote sifónico.

En plantas de cubierta se dispondrá de un sistema de recogida de agua mediante paños con sumideros que distribuirán el agua directamente a los bajantes pluviales.

Una vez los bajantes lleguen a la planta sótano seguirán de forma horizontal colgada bajo el forjado de Planta Baja, que tendrá una pendiente del 1% como mínimo y cuyo destino será una arqueta sifónica que dará paso a la red de saneamiento municipal. Igualmente, en el sótano habrá otra red de saneamiento enterrada que recojan los vertidos que se puedan dar en dicha planta. Esta red enterrada tendrá una pendiente mínima del 2% y contará con una arqueta separadora de grasas y una arqueta de bombeo para dar paso a la arqueta sifónica de la red colgada.

- Red de pequeña evacuación de aguas residuales.

Antes del dimensionado de las bajantes de la red de evacuación de aguas residuales, se procede al dimensionado de las derivaciones individuales de los aparatos sanitarios y/o de los botes sifónicos de los cuartos húmedos hasta su conexión a las bajantes de la red general mediante ramales colectores. Para ello se distinguirán los núcleos húmedos de baño y cocina de las viviendas.

La adjudicación de unidades de descarga (UD) a cada tipo de aparato y los diámetros mínimos de los sifones y las derivaciones individuales correspondientes se establecen en la tabla 4.1. del HS-5.

El diámetro de los ramales colectores entre aparatos sanitarios y la bajante se establecen en la tabla 4.3 del HS-5, según el número de máximo de unidades de desagüe y la pendiente del ramal colector.

PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

En el caso de la cocina, dado que todos los aparatos se disponen en línea hasta el bajante, se hará la acumulación de unidades de descarga del núcleo para el cálculo de los diámetros de cada tramo.

En el caso de los baños, al ser tanto la ducha como el lavabo independientes hasta el bote sifónico y el inodoro hasta el bajante, se establecerá por un lado el diámetro que le corresponde por separado a cada aparato, y el del ramal colector desde el bote sifónico hasta el bajante, por acumulación de unidades de descarga del núcleo húmedo.

Tanto para el tramo del bote sifónico hasta el bajante en baño como para el de la cocina desde el primer hasta el último aparato, le daremos una pendiente mínima del 2%.

○ **Viviendas.**

▪ **Cocina:**

- 1 fregadero doméstico → 3UD/Ø40
- 1 lavavajillas doméstico → 3UD/Ø40

El ramal colector resultante de la unión del fregadero con el lavavajillas, (pte. 2%) será:
 $3+3 = 6 \text{ UD} \rightarrow \text{Ø}50$

▪ **Baño:**

- 1 lavabo → 1UD/Ø32
- 1 ducha → 2UD/ Ø40
- 1 inodoro con cisterna → 4UD/Ø110
- 1 lavadora → 3UD/ Ø40

El ramal colector desde el bote sifónico hasta el bajante, (pte. 2%) será:

$$1+2 = 3\text{UD} \rightarrow \text{Ø}50$$

En la siguiente tabla se resumen las dimensiones de los elementos que componen la pequeña red de evacuación:

ELEMENTO	DIÁMETRO
Baño o aseo completo	110 mm
Bañera	40 mm
Inodoro	110 mm
Lavadora	40 mm
Lavavajillas	40 mm
Lavabo	32 mm
Fregadero	40 mm

- **Bajantes de aguas residuales.**

El dimensionado de las bajantes debe realizarse teniendo en cuenta el número de UD que debe dar servicio junto con el número de plantas del edificio. Se contará dos bajantes por vivienda, uno que dará servicio a la cocina y otro al baño. Cada bajante dará servicio a 2 viviendas, teniendo el edificio un total de 4 plantas, siendo un total de 8 viviendas por cada bajante. Los bajantes tendrán un total de UD por viviendas:

PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

- Cocina: 6 UD
 - Siendo el total de UD del bajante: $6 \cdot 8 = 48$ UD
- Baño: 10 UD
 - Siendo el total de UD del bajante: $10 \cdot 8 = 80$ UD

El diámetro mínimo recomendable para bajantes en caso de 1 un inodoro es de 110mm o 125mm si hay más de un inodoro. En nuestro caso al haber más de uno se optará por bajantes de 125 mm, siendo 1100 UDs máximas. Por tanto, cumple de manera muy holgada las exigencias.

- **Colectores horizontales de aguas residuales.**

Los colectores horizontales se dimensionarán para funcionar a media sección, hasta un máximo de tres cuartos de sección, bajo condiciones de flujo uniforme.

El diámetro de los colectores horizontales se obtendrá según la tabla 4.5 en función del máximo número de unidades de descarga y de la pendiente. La red se resolverá mediante una red colgada del techo del garaje en la planta sótano. Con una pendiente del 1%, la sección de cada tramo dependerá del máximo número de unidades de descarga que acumula dicho tramo.

- Red colgada:

El diseño se resolverá con tres ramales que se unirán antes de llegar a la arqueta sifónica previa al vertido a la red municipal. La sección del colector irá aumentando conforme se vayan sumando las diferentes UD de las viviendas, comenzando con un colector de 125 mm con 1% de pendiente y terminando justo antes de la arqueta sifónica con una sección de 200 mm y 1% de pendiente.

- Red enterrada:

La encontraremos en el suelo del garaje, en planta sótano.

Según la tabla 4.1., se toma el valor de 1 UD por cada sumidero sifónico, además se sitúan arquetas registrables cada 15 metros. Contaremos con colectores de 90 mm de diámetro con 2 % de pendiente. Al final de esta red encontraremos una arqueta separadora de grasas y otra de bombeo, que elevará las aguas hasta la red colgada.

- **Red de evacuación de aguas pluviales.**

- Factor de corrección de superficie de cubiertas:

Para determinar el número de sumideros necesarios deben hallarse la superficie corregida de cubierta, siendo esta la superficie real modificada por un factor de corrección que variará según el índice pluviométrico de la zona donde se ubica el edificio y que responde a la siguiente expresión: $f=i/100$:

Siendo i el índice de intensidad pluviométrica, que se obtiene según la figura B1 del Apéndice B del HS-5, donde Cádiz se encuentra en la Zona B e Isoyeta 40, siendo su intensidad pluviométrica $i = 90$ mm/h.

Por tanto el factor de corrección será $f = 90/100 = 0.9$.

**PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)**

○ Cubiertas:

Se tendrán en cuentas los siguientes aspectos para su diseño.

- 150 m² máximo para cada paño.
- Sumideros sifónicos ≥ 2 .
- Sumideros a una distancia de la pared ≥ 80 cm.
- Sumideros a una distancia ≤ 5 m de la bajante (artículo 5.1.3.5).
- Pendiente $< 5\%$ en los paños.

○ Bajantes:

El diámetro de los bajantes de la red general de evacuación de aguas pluviales se obtendrá según la tabla 4.8 del HS-5, en función de la superficie corregida a la que sirve. Teniendo en cuenta que la superficie máxima de paño no supera los 150 m², el diámetro que se obtiene es inferior a 90 mm, por lo que se colocará este último por ser el mínimo establecido según la normativa vigente.

○ Colectores horizontales de aguas pluviales.

Los colectores horizontales se dimensionarán para funcionar a sección llena en régimen permanente.

El diámetro de los colectores de aguas pluviales se obtiene de la tabla 4.9 del HS-5, en función de la pendiente y de la superficie a la que sirven. Se colocarán tres redes de colectores debido a la gran superficie a la que tienen que dar servicio. Los colectores irán aumentando la sección conforme se vayan incorporando los colectores secundarios, comenzando con una sección de 125 mm y un 1% de pendiente y terminando con una sección de 315 mm y 2% de pendiente en la más desfavorable, mientras que en las dos restantes contaremos con una sección final de 250 mm y 2% de pendiente. Al igual que en la red de aguas residuales, se resolverá a través de una red colgada del forjado del garaje, en planta sótano.

6.2. Instalación de Agua Fría Sanitaria y Agua Caliente Sanitaria.

Los datos de partida estarán formados por la demanda de consumo tanto de AFS, como de ACS que vienen determinados por el número de usuarios del mismo, debiendo cumplir las exigencias de ahorro energético con la aportación de ACS definida en el DB-HE-4.

El objetivo de la instalación consiste en disponer de medios adecuados para suministrar el equipamiento higiénico previsto para la demanda del edificio, de forma sostenible, aportando caudales adecuados para su funcionamiento, sin alteración de las propiedades de aptitud para el consumo e impidiendo los posibles retornos que puedan contaminar la red. Los equipos de producción de ACS estarán dotados de sistemas de acumulación y los puntos terminales de utilización tendrán unas características tales que eviten la formación de gérmenes patógenos.

Las bases de cálculo estarán formadas por los siguientes documentos:

- DB-HS-4: Suministro de agua
- DB-HE-4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.

6.2.1. Agua Fría Sanitaria.

- Descripción de la instalación.

Las redes de fontanería permiten el suministro de agua en el interior de los edificios. La toman de la red urbana y la conducen a los diferentes puntos de consumo. Una red de fontanería debe cumplir dos condiciones fundamentales:

- Suministrar el agua permitiendo un control de consumo de cada titular del edificio.
- Garantizar el caudal de suministro a una presión adecuada.

La instalación comenzará con la acometida, donde se encuentra la llave de corte general y se acomete la tubería de alimentación hasta el interior del edificio. Una vez dentro se instalará otra llave de corte general, un filtro tipo Y, un grifo de comprobación y una válvula antirretorno, situado todo en el Armario de Acometida. Desde allí se conducirá hasta el Grupo de Presión, situado en planta sótano, debido a que la presión de la red es insuficiente para abastecer a todo el edificio.

Tras esto se encuentra el Armario de Contadores, en planta sótano, en el cual se registra el consumo de caudal por particulares. De cada contador nace un montante que da suministro a cada particular. Se prevé un espacio al costado de los ascensores del edificio para canalizar los montantes que distribuyen a cada una de las plantas. A su vez, en cada planta se distribuye a las viviendas y se instalará una llave de corte a la entrada de cada una, desarrollándose a continuación la red interior que llevará el agua hasta cada aparato.

Dentro de las viviendas se encuentran dos núcleos húmedos a los que abastecer de agua. Para ello nos servimos del falso techo provisto en todo el recinto que distribuye el sistema de fontanería hacia los núcleos húmedos, por los cuales se colocarán las canalizaciones a través de la tabiquería a una altura de 2.10m y que bajará a cada uno de los aparatos.

PROYECTO FIN DE GRADO VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

El tendido de las tuberías de agua fría debe realizarse de forma que no resulten afectadas por los focos de calor, y por consiguiente deben discurrir separadas de las canalizaciones de ACS a una distancia de cómo mínimo 4 cm. Cuando las dos tuberías estén en un mismo plano vertical, la de Agua Fría deberá discurrir siempre por debajo de la de Agua Caliente.

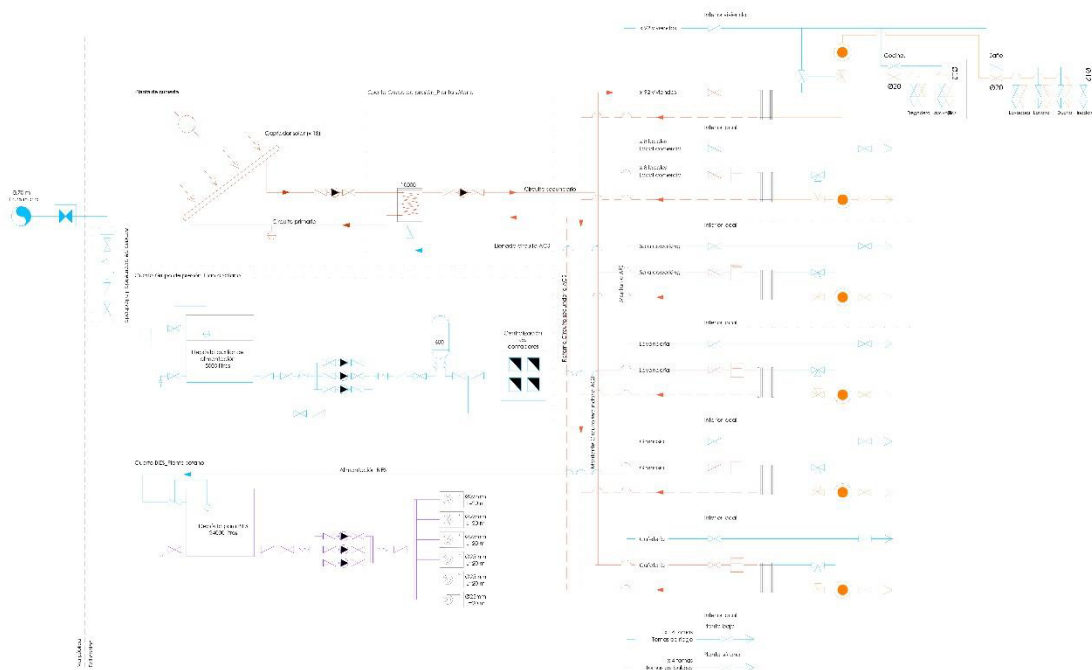
Además de las viviendas y equipamientos, también se abastece la instalación solar situada en la planta cubierta para producción de Agua Caliente Sanitaria.

Se considera, además, la necesidad de abastecer las BIES del sótano con una derivación individual provista de un contador y cuya impulsión la asume una bomba de reserva o bomba Jockey en el grupo de presión que mantiene constante la presión en cada uno de los dispositivos de salida de tales BIES.

La instalación de fontanería se ejecutará en tubería de PVC en todo el recinto con sus correspondientes piezas especiales de derivaciones, registro, entronques, codos, etc.

La instalación de Protección Contra Incendios se realizará en una red independiente cuyos tramos exteriores serán de tuberías de PVC mientras que los interiores se ejecutarán en acero galvanizado calorifugado.

A continuación se muestra el esquema de principio de la instalación del edificio:



PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

- **Caracterización y cuantificación de las exigencias.**
 - o **Caudal instantáneo mínimo.**

La instalación debe suministrar a los aparatos y equipos del equipamiento higiénico los caudales que figuran en la tabla 2.1 del HS-4. Con una presión mínima de 100 KPa y máxima de 500 KPa.

- **Viviendas.**

- **Cocina:**

- o 1 fregadero doméstico → 0.20 l/s
- o 1 lavavajillas doméstico → 0.15 l/s

Total cocina → $0.2+0.15 = 0.35$ l/s

- **Baño:**

- o 1 lavabo → 0.10 l/s
- o 1 ducha → 0.20 l/s
- o 1 inodoro con cisterna → 0.10 l/s
- o 1 lavadora → 0.20 l/s

Total baño → $0.10+0.20+0.10+0.20 = 0.60$ l/s

Total vivienda → $0.35+0.60 = 0.95$ l/s

Nº de aparatos → 6

- **Sala comunitaria (1 por planta, 4 en total).**

- 1 baño:

- o 1 lavabo → 0.10 l/s
- o 1 inodoro con cisterna → 0.10 l/s

Total baño → $0.10+0.10 = 0.20$ l/s

- 1 cocina:

- o 2 fregadero doméstico → 2×0.20 l/s = 0.40 l/s

Total sala comunitaria → $0.20+0.40 = 0.60$ l/s → 4×0.60 l/s = 0.2.40 l/s

Nº de aparatos → $4 \times 4 = 16$

- **Sala coworking.**

- 2 baño masc/fem:

- o 2 lavabo → 2×0.10 l/s = 0.20 l/s
- o 2 inodoro con cisterna → 2×0.10 l/s = 0.20 l/s

Total sala coworking → $0.20+0.20 = 0.40$ l/s

Nº de aparatos → 4

- **Cafetería.**

- 2 baños masc/fem:

- o 1 lavabo → 0.10 l/s
- o 1 inodoro con cisterna → 0.10 l/s

Total baño → $0.10+0.10 = 0.20$ l/s → 2×0.20 l/s = 0.40 l/s

- **Cocina:**

- o 1 fregadero no doméstico → 0.30 l/s

PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

- 1 lavavajillas industrial → 0.25 l/s

Total cocina → 0.30+0.25 = 0.55 l/s

Total cafetería → 0.40+0.55 = 0.95 l/s

Nº de aparatos → 6

▪ **Gimnasio.**

- 2 vestuarios masc/fem:
 - 2 lavabo → 2x0.10 l/s = 0.20 l/s
 - 2 inodoro con cisterna → 2x0.10 l/s = 0.20 l/s
 - 3 ducha → 3x0.20 l/s = 0.60 l/s

Total vestuario → 0.20+0.20+0.60 = 1 l/s → 2 x 1 l/s = 2 l/s

Total gimnasio → 2 l/s

Nº de aparatos → 14

▪ **Lavandería.**

- 3 lavadora industrial → 3x0.60 l/s = 1.80 l/s
- 1 lavadero → 0.20 l/s

Total lavandería → 1.80+0.20 = 2 l/s

Nº de aparatos → 4

- **Red de distribución general.**

La Red de Distribución General es el tramo de la instalación que parte de la acometida, donde se localiza el punto de suministro desde la red de abastecimiento general hasta la centralización de contadores.

A continuación se va a determinar el diámetro de estas tuberías que serán de PVC. El diámetro de cálculo se hallará de la expresión:

$$D_c = \left(\frac{Q_c \cdot 4000}{v_c \cdot \pi} \right)^{1/2}$$

siendo:

Q_c = Caudal simultáneo de cálculo, que se obtiene de multiplicar el caudal total de la centralización por un coeficiente de simultaneidad k : $Q_c = Q_t \cdot k$, donde k es un coeficiente de simultaneidad que depende del número de aparatos totales que intervienen en la instalación y que tiene el valor de $k = 1 / (n-1)^{1/2}$

V_c = Velocidad de cálculo del agua, que en edificación se recomienda que el valor oscile entre 0.5 m/s y 2.5 m/s. En este caso, para la red general se considerará una velocidad de $v_c = 1.5$ m/s.

$$Q_t = (92 \cdot 0.95) + 2.40 + 0.40 + 0.95 + 2 + 2 = 95.15 \text{ l/s}$$

Número de aparatos total edificio → 596

$$k = 1 / (596 - 1)^{1/2} = 0.04$$

$$Q_c = 95.15 \cdot 0.04 = 3.90 \text{ l/s}$$

$$D_c = \left(\frac{3.90 \cdot 4000}{1.5 \cdot \pi} \right)^{1/2} = 57.53 \text{ mm}$$

PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

Una vez obtenido el diámetro de cálculo de la red de distribución general se obtiene el diámetro nominal para secciones de acero inoxidable, a partir de la tabla 4.3 del HS-4. Para un diámetro de cálculo de 57.53 mm se obtiene un diámetro real de $D_r = 60$ mm, que cumple con lo estipulado en la tabla 4.2 del HS-4, que limita el diámetro de la derivación a núcleo húmedo, para conductos de PVC, a un mínimo de $D_r = 20$ mm. Sustituyendo este valor en la expresión anterior se obtiene una velocidad real de 1.38 m/s.

A continuación se procede a calcular las pérdidas de carga a lo largo de las conducciones. Aquí podemos diferenciar dos tipos, lineales: debida al rozamiento en los tramos rectilíneos y locales: localizadas en los distintos accidentes del recorrido.

Las pérdidas de carga lineales, medidas en m.c.a. se hallarán a partir de la siguiente expresión:

$$P_l = F \cdot v_r^{1.75} \cdot D_r^{-1.25}$$

Siendo;

v_r = velocidad real del agua

D_r = diámetro real de la conducción

F = factor de rugosidad según Flamant y que depende del tipo de material de la conducción, y que en el caso de PVC tiene un valor $F = 0.00054$. Tendrá que comprobarse que estas pérdidas son inferiores a 0.15 m.c.a./m.

$$P_l = 0.00054 \cdot 1.38^{1.75} \cdot 0.06^{-1.25} = 0.031 \text{ m.c.a./m}$$

Las pérdidas de carga locales, medidas en m.c.a. se hallarán a partir de la expresión:

$$P_p = \frac{\varepsilon \cdot v_r^2}{g}$$

siendo

v_r = velocidad real del agua

g = aceleración de la gravedad terrestre (9.8 m/s²)

ε = el coeficiente de pérdida de carga, que para el caso de codos a 90° es igual a 1.

$$P_p = \frac{1 \cdot 1.38^2}{9.8} = 0.19 \text{ m.c.a.}$$

Una vez calculada las pérdidas locales se obtendrá las pérdidas totales de la red de distribución general. Teniendo en cuenta que desde el armario de acometida habrá 19.80 m de tubería con 3 codos a 90°, obtendremos el siguiente resultado:

$$0.031 \cdot 19.8 \text{ m} + (3 \cdot 0.19) = 1.18 \text{ m.c.a.}$$

Después de dimensionar la red de distribución general se muestra una tabla resumen del dimensionado:

Qt (l/s)	Nº aparatos	k	Qc (l/s)	vc (m/s)	Dc (mm)	D real (mm)	v real (m/s)	Pérdidas (m.c.a.)
95.15	596	0.04	3.90	1.5	57.57	60	1.38	1.18

- **Grupo de presión.**
 - o **Depósito auxiliar de alimentación.**

El volumen del depósito se calculará en función del tiempo previsto de utilización, aplicando la siguiente expresión:

$$V = Q \cdot t \cdot 60$$

Siendo,

V = volumen del depósito expresado en litros.

Q = caudal máximo simultáneo (l/s).

t = tiempo estimado, que debe estar entre los 15 y 20 minutos, en nuestro caso, tomaremos 20 minutos.

$$V = 3.90 \cdot 20 \cdot 60 = 4680 \text{ litros}$$

Obtenido el volumen que deberá tener el depósito, que debe ser de 4680 litros, se seleccionará un depósito existente en el mercado que satisfaga dicha demanda, siendo el volumen final del depósito de 5000 litros.

- o **Bombas.**

El cálculo de las bombas se hará en función del caudal y de las presiones de arranque y parada de las bombas.

El número de bombas a instalar (excluyendo a la de reserva) se determinará en función del caudal total del grupo, siendo 2 bombas las necesarias, ya que no se superan los 10 l/s, teniendo un caudal de 3.90 l/s.

Para determinar la presión de arranque que debe vencer el equipo de bombeo se aplica la siguiente fórmula:

$$P_b = H_a + H_g + P_c + P_r$$

Siendo,

H_a = altura geométrica de aspiración, que es la distancia vertical existente entre el eje de la bomba y el nivel inferior del agua.

H_g = altura geométrica, es la distancia vertical entre el eje de la bomba y el punto de servicio más elevado.

P_c = Pérdida de carga del circuito, producidas por el rozamiento del fluido con la tubería y las pérdidas locales.

P_r = presión residual en el grifo, es la presión mínima que debe tener el agua al llegar al punto de consumo, en grifos convencionales, que será de 10 m.c.a.

$$P_b = 1.75 + 17.50 + 24.87 + 10 = 44.12 \text{ m.c.a}$$

- o **Depósito de presión.**

El depósito de presión permite acumular agua con presión, de forma que permite el consumo instantáneo de agua, sin la necesidad de que el equipo de bombeo funcione permanentemente.

PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

El cálculo del volumen sería aplicando la siguiente expresión:

$$Vn = \frac{Pb \cdot Va}{Pa}$$

Siendo,

Pb = la presión absoluta mínima.

Va = el volumen mínimo de agua. Tomaremos un valor de 200 litros.

Pa = Presión absoluta máxima. Este valor debe estar comprendido entre 2 y 3 bar por encima del el valor Pb. Tomaremos el valor de 2.5 bar, que equivale a 25 m.c.a.

$$Vn = \frac{44.12 \cdot 300}{25} = 529.44 \text{ litros}$$

Obtenido el volumen que deberá tener el depósito de presión, que debe ser de 529.44 litros, se seleccionará un depósito existente en el mercado que cubra dicha demanda, siendo el volumen final del depósito de 600 litros.

- **Centralización de contadores.**

Se situará en planta sótano, en el cuarto del grupo de presión, siendo un total de 105 contadores, los cuales corresponden a los siguientes usuarios:

- o Viviendas → **92 contadores**
- o Sala coworking → **1 contador**
- o Cafetería → **1 contador**
- o Gimnasio → **1 contador**
- o Lavandería → **1 contador**
- o Locales comerciales → **8 contadores**
- o SSGG y zonas comunes → **1 contador**

Total → **105 contadores**

- **Derivaciones individuales a viviendas y locales.**

La Derivación individual es el tramo de la instalación que parte de la batería de contadores y hasta la llave general de cada local o vivienda. En este caso práctico estudiaremos la más desfavorable, una vivienda, que estará situada en planta cuarta. El procedimiento de cálculo para hallar el diámetro real de las conducciones es idéntico al de la tubería de la línea general de alimentación antes descrito.

$$Qt = 0.95 \text{ l/s}$$

Número de aparatos total edificio → 6

$$k = 1 / (6 - 1)^{1/2} = 0.44$$

$$Qc = 0.95 \cdot 0.44 = 0.41 \text{ l/s}$$

$$Dc = \left(\frac{0.41 \cdot 4000}{1.5 \cdot \pi} \right)^{1/2} = 18.65 \text{ mm}$$

Una vez obtenido el diámetro de cálculo de la derivación individual hacia una vivienda se obtiene el diámetro nominal para secciones de cobre, a partir de la tabla 4.3 del HS-4. Para un diámetro de cálculo de 18.65 mm se utilizará un diámetro real de Dr= 25 mm, que cumple con lo estipulado en la tabla 4.3 del HS-4, que limita el diámetro de la derivación a vivienda o local, para conductos de cobre, a un mínimo de Dr= 20 mm.

PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

Sustituyendo este valor en la expresión anterior se obtiene una velocidad real de 0.91 m/s.

Las pérdidas de carga a lo largo de la Derivación Individual a la vivienda, teniendo en cuenta un coeficiente de rugosidad de $F = 0.00054$ para PVC son:

$$PI = 0.00054 \cdot 0.91^{1.75} \cdot 0.025^{-1.25} = 0.046 \text{ m.c.a./m}$$

Las pérdidas de carga locales, medidas en m.c.a. serán:

$$Pp = \frac{1 \cdot 0.91^2}{9.8} = 0.084 \text{ m.c.a.}$$

Siendo el total de pérdida de carga la suma de las pérdidas lineales y puntuales:

$$0.046 \cdot 206 \text{ m} + (13 \cdot 0.084) = 10.57 \text{ m.c.a.}$$

Después de dimensionar la derivación individual hacia la vivienda se muestra una tabla resumen del dimensionado:

Vivienda	Qt (l/s)	Nº aparatos	k	Qc (l/s)	vc (m/s)	Dc (mm)	D real (mm)	v real (m/s)	Pérdidas (m.c.a.)
	0.95	6	0.44	0.41	1.5	18.65	25	0.91	10.57

- **Red interior.**

Los ramales de enlace a los aparatos domésticos se han dimensionado conforme a los que se establece en la tabla 4.2. En esta tabla se muestran dichas dimensiones:

APARATO O PUNTO DE CONSUMO	DIÁMETRO NOMINAL DEL RAMAL DE ENLACE (cobre o plástico)	
	AFS	ACS
Baño o aseo completo	20 mm	20 mm
Bañera	20 mm	20 mm
Inodoro	12 mm	
Lavadora	20 mm	20 mm
Lavavajillas	12 mm	12 mm
Lavabo	12 mm	12 mm
Fregadero	12 mm	12 mm
Cocina completa	20 mm	20 mm

6.2.2. Agua Caliente Sanitaria.

- **Descripción de la instalación.**

La instalación de ACS se hace acorde a la normativa reguladora que establece la obligatoriedad de disponer de un sistema alternativo y renovable que produzca Agua Caliente Sanitaria, por ello se disponen en planta cubierta un sistema de placas de captación solar orientadas al sur.

El sistema propuesto de ACS por captación solar se compone de dos circuitos: uno primario, cuya agua circula por el sistema interior de las placas solares y que transportan el calor recogido al depósito acumulador solar y que en ningún caso es apta para el consumo y otro secundario que circulará desde el acumulador, reteniendo el calor producido por el circuito primario, y que después se impulsa hasta el intercambiador de placas situados en cada vivienda o local, donde el agua AFS capta el calor del circuito secundario. Este sistema cuenta con un retorno de forma que el agua que no se esté

PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

consumiendo en un momento determinado no esté parada, pues perdería su temperatura. Para ello se prevé una tubería paralela a la de ida para asumir ese retorno del flujo. Así se minimizan las pérdidas caloríficas y se gana en rendimiento.

Las tuberías que forman parte de la red de ACS se ejecutarán en PVC al igual que las de Agua Fría, pero estas se ajustarán a lo dispuesto en el Reglamento de las Instalaciones Térmicas de los Edificios y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITE ejecutándose con un sistema de aislamiento de polietileno de espesor 25mm.

Se regulará y se controlará la temperatura de preparación y de distribución del ACS para evitar la formación de bacterias que puedan dañar a las personas. En las instalaciones, los sistemas de regulación y control de la temperatura estarán incorporados a los equipos de producción y distribución.

Para asegurar la producción de ACS en el edificio todos los días del año se instalará un sistema complementario de producción de ACS dentro de cada una de las viviendas provisto de un termo eléctrico, cuya alimentación será de Agua Fría Sanitaria.

- **Cálculo de la demanda.**

Para el cálculo del volumen de agua caliente sanitaria del edificio, se tomarán los valores unitarios de la tabla 3.1 del HE-4, para una demanda de referencia (a 60° de temperatura).

o **Viviendas.**

- N° de ocupantes: 4
- N° de viviendas 92
- Demanda: 22 l/persona · día

$$\text{Demanda viviendas} = 4 \cdot 92 \cdot 22 = 8096 \text{ l/día}$$

o **Sala coworking.**

- N° de ocupantes: 30
- Demanda: 3 l/persona · día

$$\text{Demanda sala coworking} = 30 \cdot 3 = 90 \text{ l/día}$$

o **Cafetería.**

- N° de ocupantes: 72
- Demanda: 1 l/almuerzo

$$\text{Demanda cafetería} = 72 \cdot 1 = 72 \text{ l/día}$$

o **Gimnasio.**

- N° de ocupantes: 62
- Demanda: 20 l/persona · día

$$\text{Demanda gimnasio} = 62 \cdot 20 = 1240 \text{ l/día}$$

o **Lavandería.**

- Kilos de carga por lavadora: 12
- N° de lavadoras: 3
- Demanda: 5 l/ día

$$\text{Demanda lavandería} = 12 \cdot 3 \cdot 5 = 180 \text{ l/día}$$

La demanda total del edificio será la resultante de sumar las demandas de cada tipo de viviendas, obteniendo un resultado final de 9678 l/día.

- **Contribución solar mínima.**

El CTE DB-HE-4 define la contribución solar mínima anual como la fracción entre los valores anuales de la energía solar aportada exigida y la demanda energética anual, obtenidos a partir de los valores mensuales. La contribución solar mínima que deberá cubrir la instalación de captadores se obtiene según la tabla 2.1 del HE-4, en función de la zona climática y la demanda diaria total del edificio. Tal y como se aprecia en el mapa de zonas climáticas (Figura 3.1), Cádiz se encuentra en la zona IV. La fracción solar mínima admisible, para una demanda diaria superior a 9000 litros e inferior a 10000 será del 70%.

- **Volumen del depósito acumulador.**

Toda la demanda de agua caliente de la instalación debe concentrarse en un volumen de acumulación, de forma que pueda contenerse una inercia térmica que permita el funcionamiento constante de la instalación.

Se tomará un valor de 10000 litros.

- **Dimensionado de captadores.**

o **Área de captación.**

El área total de captación que debe cubrir la instalación de captadores tendrá un valor tal que se cumpla la condición:

$$50 < V/A < 180$$

(Para ello se tomará un valor medio de la relación V/A , $(180+50)/2$; $V/A=115$). Siendo,

V = volumen del depósito acumulador (l).

A = área de captadores (m^2).

El área de captadores será la siguiente:

$$A = 10000/115 = 86.95 \rightarrow 87 \text{ m}^2$$

Además, se ajustará dicho predimensionado a través de otras limitaciones definidas por otras normativas que no recoge el HE-4:

$$60 \leq M/A \leq 100$$

$$9687/87 = 111.34 \rightarrow \text{NO CUMPLE}$$

$$0.80 \leq V/M \leq 1.2$$

$$10000/9678 = 1.03 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

$$1.25 \leq (100 \cdot A)/M \leq 2$$

$$(100 \cdot 87)/9678 = 0.90 \rightarrow \text{NO CUMPLE}$$

Siendo,

M = demanda diaria: 9678 l

A = área equivalente de placas solares: 87 m^2

V = volumen del depósito: 10000 l

Por tanto el área de captadores hasta alcanzar el 1.25 mínimo será **$A=120.97 \text{ m}^2$** .

PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

Se comprueba que se cumplen las relaciones anteriormente descritas.

○ **Tipo de captador.**

El conocimiento de los captadores es esencial para el proyecto. El predimensionado debe estimar el tipo de captador, según tres variables:

- Factor óptico.
- Superficie del captador.
- Factor de pérdidas térmicas.

Cuanto mayor sea el factor óptico y menores sean las pérdidas térmicas, el rendimiento del captador será mejor, y un captador de mayor rendimiento implica un menor número de paneles en servicio.

Para el conjunto residencial se ha elegido el captador DAIKIN EKSV26P atendiendo a su reducido factor de pérdida ($0.0072 \text{ W/m}^2 \text{ K}$) y su amplio rendimiento óptico de (0.78) lo que implica un captador de mayor rendimiento ante un menor número de paneles en servicio.

El área de cada captador es de 2.36 m^2 . Debiendo haber una superficie de captadores de 120.97 m^2 , se obtiene que habrá que disponer 52 captadores

La orientación será sur, con un giro de 11° al este.

○ **Disposición de los captadores.**

Los paneles estarán conectados en paralelo, lo que producirá un rendimiento mayor, al estar el punto de consumo del agua caliente sanitaria (ACS) cercano a una temperatura de 60°C .

La separación de la primera hilera al paramento vertical de cubierta (pretil u otro paramento que obstaculice la incidencia directa de la luz solar), se hallará a partir de la expresión siguiente:

$$D = k \cdot H$$

Siendo,

k = coeficiente que depende de la latitud del lugar. En el caso de Cádiz, con un latitud 37° , tendrá un coeficiente $k=2.246$.

H = la altura del pretil (m), que este caso será 1.10 m .

$$D = 2.246 \cdot 1.10 = 2.47 \text{ m}$$

6.3. Electrotecnia.

- Descripción de la instalación.

La instalación eléctrica se plantea desde la fase de proyectos, destinando un local para alojar un centro de transformación con acceso desde el exterior para la empresa suministradora, además de un local en el interior del edificio para la centralización de contadores.

Se realizará una acometida, y contaremos con 7 CGPs, con el objetivo de que cada CGP tenga una intensidad máxima de 250 A.

Las líneas generales de alimentación, que une la CGP con la centralización de contadores tendrán una tensión máxima admisible a considerar, que será la fijada en la UNE 20.460 - 5- 523 con los factores de corrección correspondientes a cada tipo de montaje, de acuerdo con la previsión de potencias establecidas en la ITC- BT- 10.

Los conductores a utilizar, tres de fase y uno de neutro, serán de cobre o aluminio, unipolares y aislados, siendo su tensión asignada 0,6/1 kV. Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida.

La centralización de contadores se encontrará situada en un local en planta sótano. Los contadores son aquellos aparatos específicos encargados de medir la energía eléctrica que se consume.

A partir de aquí comenzarán las derivaciones individuales, cada una destinada a un cuadro parcial, dando cada uno de ellos servicio a aparcamiento, trasteros, grupo de presión, etc. y a las viviendas y locales. Las derivaciones individuales comprenden los fusibles de seguridad, el conjunto de medida y los dispositivos generales de mando y protección.

Cada derivación individual contará con un Cuadro General de Mando y Protección, que se situará lo más cerca posible de dicha derivación. A su vez, se colocará un Cuadro secundario de Mando y Protección para el control de potencia inmediatamente tras la entrada de cada una de las viviendas o locales. Los dispositivos generales serán como mínimo:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos, este interruptor será independiente del interruptor de control de potencia.
- Un interruptor diferencial general, destinado al posible accionamiento manual de cierre de flujo eléctrico hacia cada vivienda o local.
- Dispositivos de corte omnipolar, destinado a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores de la vivienda.
- Dispositivo de protección contra sobretensiones, según ITC-BT-23, si fuese necesario.

Los conductores y canalizaciones previstas para este edificio por lo general se instalarán colgadas del forjado superior aprovechando el falso techo para su distribución hacia las diferentes estancias y una vez en ellas bajarán hasta una altura de 30 cm sobre el acabado de suelo para posteriormente distribuirse a los aparatos a través de la tabiquería.

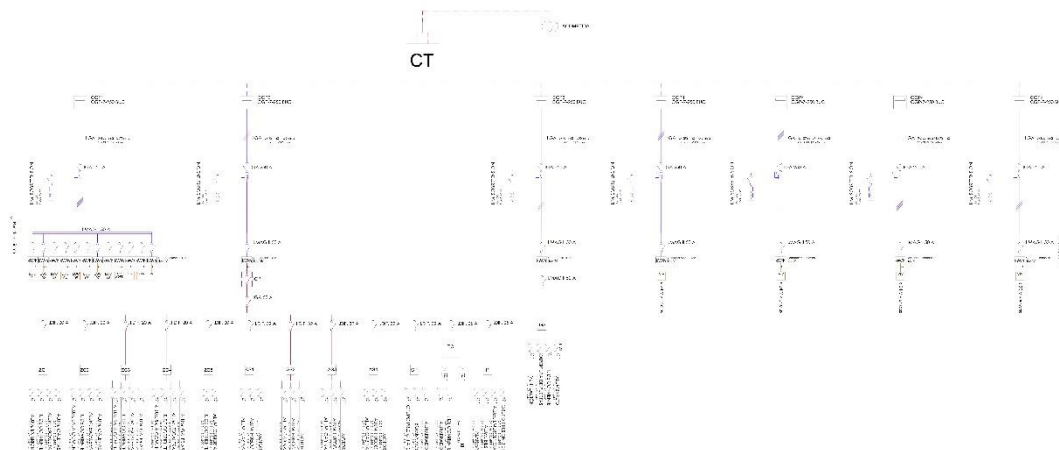
PROYECTO FIN DE GRADO VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

Se dimensionarán todas estas canalizaciones de forma y manera que sean suficientes para las líneas eléctricas a servir más una reserva de un 10%. El diámetro de los tubos deberá cumplir con la instrucción ITC BT 021, en especial con la tabla tres, siendo el mínimo a instalar de 16 mm.

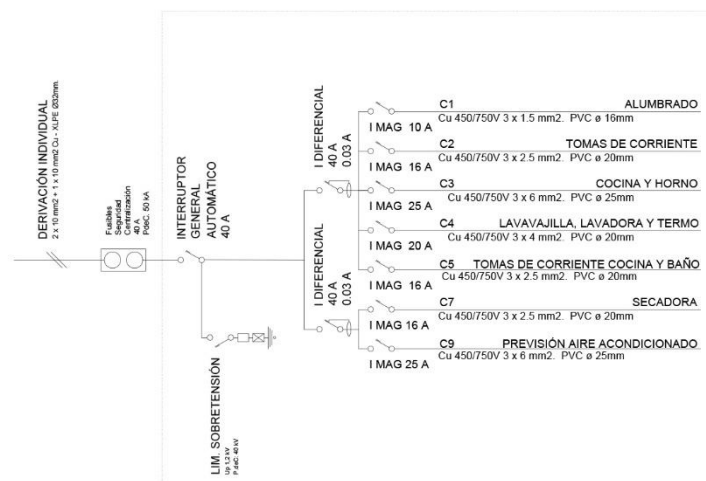
Los conductores serán del tipo V-750 según la norma UNE 21.031, siendo la sección mínima a emplear 1.5 mm².

En las zonas comunes, las canalizaciones que alimentan a los alumbrados de emergencia y señalización se dispondrán a 3 cm, como mínimo de otras instalaciones eléctricas.

A continuación se muestra el esquema unifilar de la instalación:



Las viviendas tendrán un grado de electrificación elevado al contemplar la instalación de sistemas de climatización. Su esquema unifilar es el siguiente:



- **Previsión de potencia del edificio.**
 - o **Viviendas.**
 - **Grado de electrificación.**

Se establecen diferentes grados de electrificación, asignando potencias de consumo en función de ellos. Aunque para el caso de viviendas cuya superficie construida es

PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

inferior a 160 m², y que no poseen a priori instalación de climatización, le correspondería colocar un grado de electrificación básico.

Para evitar la realización de posteriores obras de adecuación de estas viviendas, se considerará que en ellas se prevé una utilización de aparatos electrodomésticos que hará necesaria la consideración de un grado de electrificación superior al básico. Se considerará por tanto un grado de electrificación elevado con una potencia instalada mínima de 9200 W y un calibre del Interruptor General Automático IGA de 40 A (II).

▪ **Simultaneidad de agrupación de viviendas.**

El REBT establece en la tabla 1 de la ITC-BT-10 unos coeficientes de simultaneidad Cs en función del número de viviendas, que deben aplicarse al número de viviendas servidas y a la medida aritmética de las potencias demandadas por cada una. Cuando el número de viviendas es superior a 20, entonces Cs se obtiene de la expresión:

$$Cs = 15.3 + (n^{\circ} \text{ viv} - 21) \cdot 0.5$$

Número de viviendas: 92

$$Cs = 15.3 + (92 - 21) \cdot 0.5 = 50.8$$

De esta forma, la previsión de potencia correspondiente al conjunto de 136 viviendas es:

$$P_{\text{viv}} = 9200 \cdot 50.8 = 467360 \text{ W}$$

○ **Garaje.**

A falta de datos concretos sobre los consumos de un local destinado a aparcamiento, para el caso de garajes privados con ventilación forzada puede establecerse una carga de 20 W/m². Según la ITC-BT-10, se establece un mínimo de 3450 W a 230 V con un coeficiente de simultaneidad 1.

Superficie útil del garaje: 4601 m².

De esta forma, la previsión de potencia correspondiente al garaje situado en planta sótano es:

$$P_{\text{gar}} = 20 \text{ W/m}^2 \times 4601 \text{ m}^2 = 92020 \text{ W}$$

Se comprueba que la previsión de potencia para el garaje, con un coeficiente de simultaneidad 1, es superior al mínimo establecido de 3450 W.

○ **Local comercial.**

La carga correspondiente a los locales comerciales se calculará considerando un mínimo de 100 W/m² con un mínimo por local de 3450 W a 230 V y coeficiente de simultaneidad 1.

Superficie locales: 312 m²

$$P_{\text{com}} = 100 \text{ W/m}^2 \times 312 \text{ m}^2 = 31200 \text{ W}$$

Se comprueba que la previsión de potencia para cada local comercial, con un coeficiente de simultaneidad 1, es superior al mínimo establecido de 3450 W.

○ **Sala coworking.**

Se aplicará la carga similar a los locales comerciales se calculará considerando un mínimo de 100 W/m² con un mínimo por local de 3450 W a 230 V y coeficiente de simultaneidad 1.

Superficie sala coworking: 195 m²

$$P_{cow} = 100 \text{ W/m}^2 \times 195 \text{ m}^2 = 19500 \text{ W}$$

Se comprueba que la previsión de potencia del local, con un coeficiente de simultaneidad 1, es superior al mínimo establecido de 3450 W.

○ **Cafetería.**

Se aplicará la carga similar a los locales comerciales se calculará considerando un mínimo de 100 W/m² con un mínimo por local de 3450 W a 230 V y coeficiente de simultaneidad 1.

Superficie cafetería: 121 m²

$$P_{caf} = 100 \text{ W/m}^2 \times 121 \text{ m}^2 = 12100 \text{ W}$$

Se comprueba que la previsión de potencia del local, con un coeficiente de simultaneidad 1, es superior al mínimo establecido de 3450 W.

○ **Gimnasio.**

Se aplicará la carga similar a los locales comerciales se calculará considerando un mínimo de 100 W/m² con un mínimo por local de 3450 W a 230 V y coeficiente de simultaneidad 1.

Superficie gimnasio: 346 m²

$$P_{gim} = 100 \text{ W/m}^2 \times 346 \text{ m}^2 = 34600 \text{ W}$$

Se comprueba que la previsión de potencia del local, con un coeficiente de simultaneidad 1, es superior al mínimo establecido de 3450 W.

○ **Lavandería.**

Se aplicará la carga similar a los locales comerciales se calculará considerando un mínimo de 100 W/m² con un mínimo por local de 3450 W a 230 V y coeficiente de simultaneidad 1.

Superficie lavandería: 46 m²

$$P_{lav} = 100 \text{ W/m}^2 \times 46 \text{ m}^2 = 4600 \text{ W}$$

Se comprueba que la previsión de potencia del local, con un coeficiente de simultaneidad 1, es superior al mínimo establecido de 3450 W.

○ **Servicios Generales.**

Según el Código Técnico de la Edificación en su documento básico sobre el Ahorro de Energía (CTE DB HS-3) se procede a calcular la previsión de potencia para los espacios comunes del edificio:

PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

El valor de la Eficiencia Energética de una instalación de iluminación de una zona se determina mediante el Valor de Eficiencia Energética de la instalación VEEl (W/m²) por cada 100 lux, según la ecuación:

$$VEEl = \frac{P \cdot 100}{S \cdot Em}$$

Siendo:

P = potencia de lámpara + equipo auxiliar (W)

S = superficie iluminada (m²)

Em = iluminación media mantenida (lux)

El valor límite de la eficiencia energética para los espacios comunes del edificio puede estimarse como 4.5 según la tabla 2.1 del HE-3.

El valor de la iluminación media mantenida para zonas de comunes de circulación y escaleras puede asimilarse a 100 lux, según la tabla 5.1 del HS-3.

La superficie útil total de espacios comunes será de 6448.40 m².

▪ **Cargas de alumbrado de zonas comunes**

La previsión de potencia para el alumbrado de los sistemas generales del conjunto residencial se obtendrá a partir de la expresión del Valor límite de la eficiencia energética como:

$$Palum = \frac{VEEl \cdot Em \cdot S}{100}$$

$$Palum = \frac{4.5 \cdot 100 \cdot 6448.40}{100} = 29017.80 \text{ W}$$

▪ **Cargas de aparatos elevadores.**

La carga correspondiente a los aparatos elevadores se obtendrá en función de la carga de elevación, el número de personas y la velocidad del aparato, tal y como especifica la Norma Tecnológica de la Edificación ITE-ITA.

Teniendo en cuenta que en el edificio existen cuatro núcleos de comunicación cada uno con un aparato elevador, a efectos de cálculo se considerará el modelo de ascensor ITA-2, apto para 5 personas, con una carga de 400 kg y una velocidad de 1 m/s.

Ello supone una potencia del aparato de P= 7500 W.

Al considerar el caso más desfavorable en que actúan los 3 ascensores simultáneamente y al aplicar un coeficiente de seguridad de 1.3, tal y como especifica la norma ITC-47.6 la previsión de potencia de los aparatos elevadores será la siguiente:

$$Pasc = 7500 \cdot 4 \cdot 1.3 = 39000 \text{ W}$$

▪ **Cargas de telecomunicaciones.**

Además de la carga de alumbrado y de la de los aparatos elevadores, dentro de los servicios generales de las zonas comunes, se considerará una potencia adicional debida a las telecomunicaciones (ICT) que podrá estimarse en **Ptelec= 500 W**.

PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

- **Cargas de Agua Caliente Sanitaria.**

La potencia estimada para la instalación del Grupo de Agua Caliente Sanitaria (ACS) es de **Pacs= 100 W**.

- **Cargas grupo de presión.**

La potencia calculada para la instalación del Grupo de Presión de planta sótano perteneciente a la instalación de abastecimiento de agua, con dos bombas es:

$$\mathbf{P_{gp} = 2 \cdot 2250 = 4500 \text{ W}}$$

Las cargas totales del uso de servicios generales será la sumatoria de todas cargas calculadas anteriormente, por tanto obtenemos la siguiente potencia:

$$\mathbf{P_{ssgg} = 29017.80 + 39000 + 500 + 100 + 4500 = 73118 \text{ W}}$$

- **Cargas totales del edificio.**

Las cargas totales del edificio será la sumatoria de todas cargas de los diferentes usos que alberga el edificio. De esta manera tendremos una potencia total de:

$$\mathbf{P_{total} = 467360 + 92020 + 31200 + 19500 + 12100 + 34600 + 4600 + 73118 = 734498 \text{ W}}$$

Al superar los 100 kW es necesario reservar un local, para su posterior uso por la empresa distribuidora, de acuerdo con las condiciones técnicas reglamentarias para la ubicación de un centro de transformación.

- **Caja General de Protección (CGP).**

Para la selección de la Caja General de Protección se tendrá en cuenta la intensidad de la corriente eléctrica, para hallarla utilizaremos la siguiente expresión:

$$\mathbf{I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\delta}}$$

Se colocarán dos CGP con el objetivo de que la intensidad tenga un valor que no sea excesivamente elevado, por tanto, se colocarán tres CGP que darán servicio a las viviendas, y otra CGP que dará servicio a los demás usos.

- **CGP1 (Locales comerciales + sala coworking + cafetería + gimnasio + lavandería).**

Siendo;

$$P = 102000 \text{ W}, U = 400 \text{ V}, \cos\delta = 0.9.$$

Obtenemos:

$$\mathbf{I = \frac{102000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 163.58 \text{ A}}$$

- **CGP2 (Servicios generales).**

Siendo;

$$P = 73118 \text{ W}, U = 400 \text{ V}, \cos\delta = 0.9.$$

Obtenemos:

$$\mathbf{I = \frac{73118}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 117.26 \text{ A}}$$

PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

○ **CGP3 (Garaje).**

Siendo;

$$P = 92020 \text{ W}, U = 400 \text{ V}, \text{Cos}\delta = 0.9$$

Obtenemos:

$$I = \frac{92020}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 147.57 \text{ A}$$

○ **CGP4 a CGP6 (24 viviendas).**

Siendo;

$$P = 154560 \text{ W}, U = 400 \text{ V}, \text{Cos}\delta = 0.9$$

Obtenemos:

$$I = \frac{154560}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 247.87 \text{ A}$$

○ **CGP7 (20 viviendas).**

Siendo;

$$P = 136160 \text{ W}, U = 400 \text{ V}, \text{Cos}\delta = 0.9$$

Obtenemos:

$$I = \frac{136160}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 218.36 \text{ A}$$

Una vez dimensionadas las CGPs, se adjunta la siguiente tabla donde se muestran las características de las CGPs seleccionadas.

CGPx	I (A)	Modelo CGP	I máx. fusible (A)	Dimensiones (mm)
CGP1	163.58	CGP-7-250 BUC	250	700x420x250
CGP2	117.26	CGP-7-160 BUC	160	700x420x250
CGP3	147.57	CGP-7-160 BUC	160	700x420x250
CGP4	247.87	CGP-7-250 BUC	250	700x420x250
CGP5	247.87	CGP-7-250 BUC	250	700x420x250
CGP6	247.87	CGP-7-250 BUC	250	700x420x250
CGP7	218.36	CGP-7-250 BUC	250	700x420x250

- **Línea General de Alimentación (LGA).**

La Línea General de Alimentación enlaza la Caja General de Protección (CGP) con la Centralización de Contadores (CC). El Centro de Transformación recibe la energía en alta o media tensión y la entrega en media o baja tensión para su utilización en trifásica o monofásica. La línea discurrirá por zonas de uso común, por el techo del garaje, en el nivel de planta sótano.

○ **Caída de tensión.**

La caída de tensión a lo largo de la LGA, en sistema trifásico, se expresa como:

$$\epsilon(\%) = \frac{1}{\gamma} \cdot \frac{P \cdot L \cdot 100}{U^2 \cdot S}$$

**PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)**

Siendo;

P= Previsión de potencia de la línea correspondiente.

U= Tensión para sistema trifásico de 400 V.

L= Longitud de la LGA medida desde la CGP.

S= Sección nominal del cable.

Y= 56.

- **LGA1 (Locales comerciales + sala coworking + cafetería + gimnasio + lavandería).**

Siendo;

P = 102000W W, L = 9.50 m, S = 120 mm².

Obtenemos:

$$\epsilon(\%) = \frac{1}{56} \cdot \frac{102000 \cdot 9.50 \cdot 100}{400^2 \cdot 120} = 0.09 \%$$

Según la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-14, para una sección de la fase del cable de cobre 120 mm² la sección del neutro será de 70 mm², con un diámetro exterior de los tubos de 160 mm. La nomenclatura de la LGA1 sería:

XLPE/Cu 3x120mm² + 70mm² ø160

- **LGA2 (Servicios generales).**

Siendo;

P = 73118 W, L = 9.50 m, S = 70 mm².

Obtenemos:

$$\epsilon(\%) = \frac{1}{56} \cdot \frac{73118 \cdot 9.50 \cdot 100}{400^2 \cdot 70} = 0.11 \%$$

Según la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-14, para una sección de la fase del cable de cobre 70 mm² la sección del neutro será de 35 mm², con un diámetro exterior de los tubos de 140 mm. La nomenclatura de la LGA2 sería:

XLPE/Cu 3x 70mm² + 35mm² ø140

- **LGA3 (Garaje).**

Siendo;

P = 92020 W, L = 9.50 m, S = 70 mm².

Obtenemos:

$$\epsilon(\%) = \frac{1}{56} \cdot \frac{92020 \cdot 9.5 \cdot 100}{400^2 \cdot 70} = 0.14 \%$$

Según la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-14, para una sección de la fase del cable de cobre 70 mm² la sección del neutro será de 35 mm², con un diámetro exterior de los tubos de 160 mm. La nomenclatura de la LGA3 sería:

XLPE/Cu 3x 70mm² + 35mm² ø140

PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

▪ **LGA4 a LGA 6 (24 viviendas).**

Siendo;

$$P = 154560 \text{ W}, L = 9.50 \text{ m}, S = 120 \text{ mm}^2.$$

Obtenemos:

$$\epsilon(\%) = \frac{1}{56} \cdot \frac{154560 \cdot 9.50 \cdot 100}{400^2 \cdot 120} = 0.13 \%$$

Según la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-14, para una sección de la fase del cable de cobre 120 mm² la sección del neutro será de 70 mm², con un diámetro exterior de los tubos de 160 mm. La nomenclatura de la LGA4 a LGA6 sería:

XLPE/Cu 3x120mm² + 70mm² ø160

▪ **LGA7 (20 viviendas).**

Siendo;

$$P = 136160 \text{ W}, L = 9.50 \text{ m}, S = 120 \text{ mm}^2.$$

Obtenemos:

$$\epsilon(\%) = \frac{1}{56} \cdot \frac{136160 \cdot 9.50 \cdot 100}{400^2 \cdot 120} = 0.12 \%$$

Según la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-14, para una sección de la fase del cable de cobre 120 mm² la sección del neutro será de 70 mm², con un diámetro exterior de los tubos de 160 mm. La nomenclatura de la LGA7 sería:

XLPE/Cu 3x120mm² + 70mm² ø160

Una vez dimensionadas las diferentes LGAs, se muestra en una tabla resumen las características de cada LGA, desde las que partirán derivaciones individuales hacia locales y viviendas.

LGAx	Locales alimentados	Nº de contadores	Designación de la línea
LGA1	12	12	XLPE/Cu 3x120mm ² + 70mm ² ø160
LGA2	1	1	XLPE/Cu 3x 70mm ² + 35mm ² ø140
LGA3	1	1	XLPE/Cu 3x 70mm ² + 35mm ² ø140
LGA4	24	24	XLPE/Cu 3x120mm ² + 70mm ² ø160
LGA5	24	24	XLPE/Cu 3x120mm ² + 70mm ² ø160
LGA6	24	24	XLPE/Cu 3x120mm ² + 70mm ² ø160
LGA7	20	20	XLPE/Cu 3x120mm ² + 70mm ² ø160

- **Centralización de Contadores (CC).**

La centralización de contadores se ubicará en un local específico para tal fin en planta sótano, ya que superan el número de 16 contadores.

PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

LGAx	Locales alimentados	Nº de contadores	Tipo de contador
LGA1	12	12	Monofásico tipo A
LGA2	1	1	Trifásico tipo BR
LGA3	1	1	Trifásico tipo BR
LGA4	24	24	Monofásico tipo A
LGA5	24	24	Monofásico tipo A
LGA6	24	24	Monofásico tipo A
LGA7	20	20	Monofásico tipo A

- **Derivación Individual (DI).**

La Derivación Individual enlaza la Línea General de Alimentación desde el Cuadro General situado en la Centralización de Contadores de planta sótano con los Cuadros Secundarios o Parciales de la instalación de usuario de viviendas, locales comerciales y zonas comunes del edificio. Por otro lado se preverán 1 tubo de reserva por cada 10 derivaciones individuales. El diámetro de los tubos tendrá que ser mayor o igual a 32 mm, y con previsión de aumento de sección del 100%. La sección mínima de los conductores es 6 mm², mientras que el hilo de mando será 1.5 mm², según ITC-BT-15 Artículo 3. Para Endesa la sección del conductor tiene que ser 10 mm².

Para el cálculo se dimensionará a modo de ejemplo la derivación individual de la vivienda más alejada de la centralización de contadores, será una situada en la planta cuarta del edificio.

o **Intensidad de cálculo.**

Para sistema monofásico se utilizará la siguiente expresión:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\delta}$$

Siendo;

P = Previsión de Potencia del local considerado = 9200 W

U = Tensión = 400 V (Trifásico) / 230 V (Monofásico)

Cos δ = 1.0 (Vivienda) 0.8 (resto de casos)

$$I = \frac{9200}{230 \cdot 1} = 40 \text{ A}$$

o **Caída de tensión.**

Para sistema monofásico se calcula aplicando:

$$\epsilon(\%) = \frac{1}{Y} \cdot \frac{P \cdot L \cdot 100}{U^2 \cdot S}$$

Siendo;

P= Previsión de potencia de la línea correspondiente = 9200 W

U= Tensión para sistema monofásico 230 V.

L= Longitud de la DI medida desde el contador hasta el cuadro parcial del local: 152 m

S= Sección nominal del cable = 10 mm²

Y= 56.

**PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)**

$$\varepsilon(\%) = \frac{1}{56} \cdot \frac{9200 \cdot 2 \cdot 152 \cdot 100}{230^2 \cdot 10} = 9.44 \%$$

El valor 9.44% > 1% → No Cumple con la norma ITC-BT 15.

Se aumenta la sección del conductor a S = 95 mm².

$$\varepsilon(\%) = \frac{1}{56} \cdot \frac{9200 \cdot 2 \cdot 152 \cdot 100}{230^2 \cdot 95} = 0.99 \%$$

Según la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-21, para una sección del conductor de cobre 95 mm², el diámetro exterior de los tubos de protección será de 63 mm. La nomenclatura de la Derivación individual en este caso sería:

XLPE 2 x 95 mm² + 50 mm² TT + 1.5 mm² Tubo Φ63 mm

- Instalación interior.

Se establece un cableado genérico mínimo para la instalación interior de las viviendas según lo establecido en la ICT-BT-25. En ella se establece que los circuitos predeterminados para una instalación de vivienda con electrificación elevada. En nuestro caso los circuitos que se instalarán serán los siguientes:

- C1: Circuito de iluminación.
- C2: Circuito de corrientes de uso general y frigorífico.
- C3: Circuito cocina y horno.
- C4: Circuito de tomas de corriente para electrodomésticos (lavadora, lavavajillas y termo eléctrico).
- C5: Circuito de tomas de baño y cocina uso general.
- C9: Circuito aire acondicionado.
- C10: Secadora.

Se colocarán, como mínimo, un interruptor diferencial por cada cinco circuitos instalados.

Circuito de utilización	Potencia prevista por toma (W)	Tipo de toma	Interruptor automático (A)	Máx. nº de puntos de utilización	Sección mínima (mm ²)	Diámetro tubo (mm)
C1	200	Punto de luz	10	30	1.5	16
C2	3450	Base 16 A 2p+T	16	20	2.5	20
C3	5400	Base 25 A 2p+T	25	2	6	25
C4	3450	Base 16 A 2p+T	20	3	4	20
C5	3450	Base 16 A 2p+T	16	6	2.5	20
C9	5750	-	25	-	6	25
C10	3450	-	16	1	2.5	20

PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

- Alumbrado del edificio.

En los edificios se plantea un sistema de iluminación artificial alimentado por la red eléctrica. Dependiendo de donde nos encontremos tendremos diferentes formas de controlar la iluminación. En planta baja tendremos la iluminación regulada por un interruptor con programación horaria; en el aparcamiento, interruptores con detección de presencia; en galerías y escaleras, pulsadores; y en locales y viviendas, interruptores y conmutadores normales. También encontraremos diferentes tipos de luminarias, que veremos a continuación:

- Luminaria de garaje: TCW060 1xTL-D18W HF. Philips.
 - o Fuente de luz: Electrónico alta frecuencia.
 - o Potencia: 18 W.
 - o Flujo luminoso: 1350 lm.
 - o Tensión de red: 220 o 240 V.



- Luminaria de galerías, soportales, núcleos de escalera empotrada en falso techo: ARVA mounted lamps 270. Ribag
 - o Fuente de luz: módulo LED.
 - o Potencia: -
 - o Flujo luminoso: -
 - o Tensión de red: 230 V.



- Luminaria de zonas comunes de planta baja: BDS100 LED43/740 I DW50 DGR D9 C1K. Philips.
 - o Fuente de luz: módulo LED.
 - o Potencia: 29 W
 - o Flujo luminoso: 3747 lm
 - o Tensión de red: 220 o 240 V.



6.4. Ventilación y Climatización.

Esta sección se aplica, en los edificios de viviendas, al interior de las mismas, los almacenes de residuos, los trasteros, los aparcamientos y garajes; y en los locales de cualquier otro uso. Se considera que forman parte de los aparcamientos y garajes las zonas de circulación de vehículos.

- **Caracterización y cuantificación de las exigencias de ventilación.**
 - o **En edificio de viviendas.**

El caudal de ventilación mínimo para los locales se obtiene en la tabla 2.1 del HS-3 teniendo en cuenta las reglas que figuran a continuación:

En los locales habitables de las viviendas debe aportarse un caudal de aire exterior suficiente para conseguir que en cada local la concentración media anual de CO₂ sea menor que 900 ppm y que el acumulado anual de CO₂ que exceda 1600 ppm sea menor que 500000 ppm·h, en ambos casos con las condiciones de diseño del apéndice C. En los locales de las viviendas destinados a varios usos se considera el caudal correspondiente al uso para el que resulte un caudal mayor.

Además, el caudal de aire exterior aportado debe ser suficiente para eliminar los contaminantes no directamente relacionados con la presencia humana. Esta condición se considera satisfecha con el establecimiento de un caudal mínimo de 1.5 l/s por local habitable en los periodos de no ocupación.

- o **Otros edificios.**

Para los locales no habitables incluidos en el ámbito de aplicación del HS-3 debe aportarse al menos el caudal de aire exterior suficiente para eliminar los contaminantes propios del uso de cada local. En el caso de trasteros, sus zonas comunes y almacenes de residuos los contaminantes principales son la humedad, los olores y los compuestos orgánicos volátiles. En el caso de los aparcamientos y garajes son el monóxido de carbono y los óxidos de nitrógeno.

Esta condición se considera satisfecha si el sistema de ventilación es capaz de establecer al menos los caudales de ventilación de la tabla 2.2. del HS-3, ya sea mediante ventilación de caudal constante o ventilación de caudal variable controlada mediante detectores de presencia, detectores de contaminantes, programación temporal u otro tipo de sistema.

Para los casos no aplicables del HS-3 el caudal mínimo de aire exterior de ventilación, necesario para alcanzar las categorías de calidad de aire interior que se indican en el apartado 1.4.2.2 del RITE, se calculará según el Método Indirecto de Caudal de Aire por persona.

En función del uso del edificio o local, la categoría de calidad del aire interior (IDA) que se deberá alcanzar será, como mínimo:

- **IDA 1** (aire de óptima calidad): hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.
- **IDA 2** (aire de buena calidad): oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y de estudiantes), salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas.

PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

- **IDA 3** (aire de calidad media): edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte (salvo piscinas) y salas de ordenadores.

- **Caracterización y cuantificación de las exigencias de climatización.**

Los flujos de calor entre el ambiente exterior y los espacios interiores no conducen de manera espontánea a la situación de confort requerida para los espacios habitables, según el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE). Es por ello que en la actualidad se requiere la instalación de un conjunto de equipos y máquinas capaces de transformar las condiciones de temperatura y humedad relativa de estos espacios hasta conseguir ajustar los parámetros que controlan la calidad del aire interior.

Los equipos y máquinas encargados de acondicionar los espacios habitables tratarán de compensar las cargas internas (ocupación, iluminación, etc.) y externas (condiciones ambientales) que se producen a lo largo del año, mediante una instalación de climatización que tratará de equilibrar el balance térmico a través de una doble función:

- Calefacción en invierno, mediante un circuito de aire caliente que equilibra las pérdidas de calor que se producen a través de los cerramientos y huecos de fachada, gracias al trabajo de una bomba de calor.
- Refrigeración en verano, mediante un circuito de aire frío que compensa las ganancias térmicas que se transmiten desde el exterior y desde otros locales no climatizados, gracias a una máquina frigorífica.

Los sistemas de climatización pueden ser individuales, si dan servicio a una única vivienda o establecimiento comercial, o centralizados, mediante una red controlada que da servicio a zonas de uso público. Además, los equipos pueden ser compactos, cuando constituyen una única unidad de tratamiento del aire, o partidos, cuando existe una unidad exterior y una unidad interior unidas mediante un circuito por el que circula el fluido.

Para la instalación de climatización del conjunto residencial contaremos con equipos individuales para cada vivienda y local.

- **Viviendas.**

○ **Caudal de ventilación**

El caudal de ventilación de estancias, cuartos húmedos y locales se calculará a partir de los caudales de ventilación mínimos exigidos en la tabla 2.1 del HS-3.

- Dormitorio principal: 8 l/s
- Resto de dormitorios: 4 l/s
- Sala de estar-comedor:
 - 1 dorm: 6 l/s
 - 2 dorm: 8 l/s
 - 3 dorm: 10 l/s
- Locales húmedos:
 - 1 dorm: 12 l/s. Mín por local: 6 l/s
 - 2 dorm: 24 l/s. Mín por local: 7 l/s
 - 3 dorm: 33 l/s. Mín por local: 8 l/s
- Adicional cocina: 50 l/s → Extracción

PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

○ **Caudal equilibrado.**

Una vez calculados los caudales de ventilación de las diferentes estancias de las viviendas habrá que comprobar que el caudal de admisión de los locales secos sea igual al caudal de extracción de los locales húmedos ($q_{adm} = q_{ext}$).

Para ello habrá que ajustar los caudales de ventilación hasta conseguir un equilibrio entre ambos valores. A continuación se muestra una tabla con los caudales de ventilación de cada tipo de vivienda:

- Vivienda tipo S.

Local	q_v cálculo (q/l)	q_v admisión (q/l)	q_v extrac. (q/l)	Diferencia (l/s)	Corrección (l/s)	q_v corregido (q/l)
Estar Comedor	6	+6	----	----	----	+6
Cocina	6	----	-6	----	-1	-7
Dormitorio principal	8	+8	----	----	----	+8
Baño	6	----	-6	----	-1	-7
Total vivienda	----	+14	-12	+2	----	----

- Vivienda tipo M.

Local	q_v cálculo (q/l)	q_v admisión (q/l)	q_v extrac. (q/l)	Diferencia (l/s)	Corrección (l/s)	q_v corregido (q/l)
Estar Comedor	8	+8	----	----	+4	+12
Cocina	7	----	-7	----	-5	-12
Dormitorio principal	8	+8	----	----	----	+8
Dormitorio doble	4	+4	----	----	----	+4
Baño	7	----	-7	----	-5	-12
Total vivienda	----	+20	-14 (mínimo -24)	+6	----	----

- Vivienda tipo L.

Local	q_v cálculo (q/l)	q_v admisión (q/l)	q_v extrac. (q/l)	Diferencia (l/s)	Corrección (l/s)	q_v corregido (q/l)
Estar Comedor	10	+10	----	----	+5	+15
Cocina	8	----	-8	----	-10	-18
Dormitorio principal	8	+8	----	----	+2	+10

PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

Dormitorio doble 1	4	+4	----	----	----	+4
Dormitorio doble 2	4	+4	----	----	----	+4
Baño	8	----	-8	----	-7	-15
Total vivienda	----	+26	-16 (mínimo -33)	+10	----	----

○ **Ventilación natural complementaria.**

Las cocinas, comedores, dormitorios y salas de estar deben disponer de un sistema de ventilación natural complementario al sistema de ventilación mecánica. Para ello debe disponerse una ventana exterior practicable o una puerta exterior.

Las cocinas deben disponer, además, de un sistema adicional específico de ventilación con extracción mecánica para los vapores y los contaminantes de la cocción de 50 l/s. Para ello debe disponerse un extractor conectado a un conducto de extracción independiente de los de la ventilación general de la vivienda que no puede utilizarse para la extracción de aire de locales de otro uso. Cuando este conducto sea compartido por varios extractores, cada uno de éstos debe estar dotado de una válvula automática que mantenga abierta su conexión con el conducto sólo cuando esté funcionando o de cualquier otro sistema antirretorno.

○ **Área efectiva de las aberturas de ventilación.**

Los locales secos de la vivienda (sala de estar-comedor y dormitorios) dispondrán de aberturas de admisión que irán incluidas en el sistema de carpintería de huecos de fachada.

Como aberturas de admisión, se dispondrán aberturas dotadas de aireadores o aperturas fijas de la carpintería, como son los dispositivos de microventilación con una permeabilidad al aire en la posición de apertura de clase 1; no obstante, cuando las carpinterías exteriores sean de clase 1 de permeabilidad al aire pueden considerarse como aberturas de admisión las juntas de apertura. Los aireadores se dispondrán a una distancia del suelo mayor que 1.80 m.

A su vez estos locales dispondrán de aberturas de paso en el inferior de las puertas de acceso, para conducir el aire admitido a través de los pasillos y zonas de circulación hasta las aberturas de extracción situadas en las zonas superiores de los locales húmedos. Pueden utilizarse como abertura de paso un aireador o la holgura existente entre las hojas de las puertas y el suelo.

Los locales húmedos (cocinas, aseos y baños), por tanto, dispondrán de aberturas de extracción para expulsar al aire a través de conductos de extracción ocultos, hasta la cubierta del edificio. Las aberturas de extracción se conectarán a conductos de extracción y se dispondrán a una distancia del techo menor que 200 mm y a una distancia de cualquier rincón o a esquina vertical mayor que 100 mm. En la ventilación mecánica de aparcamientos, esta debe ser para uso exclusivo del aparcamiento, salvo cuando los trasteros estén situados en el propio recinto del aparcamiento, como es el caso, entonces la ventilación será conjunta, y se colocarán rejillas de paso en los bajos de las puertas de los mismos, así como en las de los cuartos de instalaciones.

PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

- Aberturas de admisión $\rightarrow 4 \cdot q_c$ o $4 \cdot q_v$
- Aberturas de extracción $\rightarrow 4 \cdot q_c$ o $4 \cdot q_v$
- Aberturas de paso $\rightarrow 70 \text{ cm}^2$ o $8 \cdot q_v$

A continuación se muestra una tabla resumen con el área efectiva de las aberturas de admisión, extracción y paso. Se calcularán para la vivienda tipo L, que será la más desfavorable al contar con mayores caudales de ventilación:

Local	q_v corregido (q/l)	q_v paso (q/l)	S. adm. (cm ²)	S. paso (cm ²)	S. ext. (cm ²)
Estar Comedor	+15	---	60	---	---
Cocina	-18	---	---	---	72
Dormitorio principal	+10	---	40	---	---
Pasillo-Dorm. Princ.	---	+10	---	80	---
Dormitorio doble	+8	---	32	---	---
Pasillo-Dorm. doble	---	+8	---	64	---
Baño	-15	---	---	---	60
Pasillo-Baño	---	+15	---	120	---

○ **Dimensionado de conductos de extracción.**

La sección de cada tramo de los conductos de extracción debe ser como mínimo la obtenida de la tabla 4.2. del HS-3 en función del caudal de aire en el tramo de conducto y de la clase de tiro que se determinarán de la siguiente forma:

- El caudal de aire en el tramo del conducto, q_{vt} , que es igual a la suma de todos los caudales que pasan por las aberturas de extracción que vierten al tramo.
- La clase de tiro se obtiene de la tabla 4.3. del HS-3 en función del número de plantas existentes entre la más baja que vierte el conducto y la última, ambas incluidas, y de la zona térmica en la que se sitúa el edificio de acuerdo con la tabla 4.4 del HS-3.

Consultando la tabla 4.4 antes mencionada obtenemos:

- Cádiz, con altura menor a 800. Zona térmica $\rightarrow Z$

Tras obtener la zona térmica donde se encuentra el edificio consultamos la tabla 4.3 para obtener la clase de tiro del conducto:

- Zona térmica Z:
 - Plantas 1 a 2: Tiro T-4
 - Plantas 2 a 4: Tiro T-3

Obtenidos las clases de tiros consultaremos cual será la sección mínima del conducto en la tabla 4.2. Para ello habrá que tener en cuenta el caudal de aire del conducto.

PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

Tomaremos el caso más desfavorable en el que el conducto dará servicio a viviendas de tipo L. Teniendo dos viviendas por planta, obtenemos:

- Planta primera = $33 \cdot 2 = 66$ l/s
- Planta segunda = $33 \cdot 2 = 66$ l/s
- Planta tercera = $33 \cdot 2 = 66$ l/s
- Planta cuarta = $33 \cdot 2 = 66$ l/s
- **TOTAL → 264 l/s**

La sección mínima para el tiro T-4 con un caudal de 384 l/s será de 900 cm², lo que equivale a un conducto de 30x30 cm.

○ **Climatización.**

Para las viviendas se ha optado por un sistema de climatización autónomo multi-split, que permitirá acondicionar las diferentes estancias de una vivienda a través de la conexión de varias unidades interiores conectadas a una unidad exterior autónoma para cada vivienda. Además de su bajo coste y su puesta en obra sencilla, este sistema permite la futura ampliación de la instalación a otras estancias de manera rápida y barata, habiéndose previsto desde proyecto una potencia capaz de absorber tantas unidades interiores como estancias diferenciadas pueda existir en cada tipo de vivienda.

El módulo base de la vivienda contará con una unidad interior, mientras que en las habitaciones ampliables contarán con otra unidad interior cada una. De esta forma se busca la versatilidad de la instalación en caso de que la habitación cambie de un usuario a otro, debiéndose simplemente conectar a la unidad exterior del nuevo propietario.

El equipo seleccionado se componen de una unidad exterior alojada en cubierta "Mitsubishi Electric MX7-3D54VA" con bomba de calor y unidades interiores, "Mitsubishi Electric PEAD-RP35JAQ". El aire climatizado se distribuye mediante un sistema de conductos de impulsión y retorno, ocultos en falso techo, con sus correspondientes rejillas de impulsión y retorno. Los equipos que intervienen son los siguientes:

- Unidad Exterior Mitsubishi Electric MX7-3D54VA:
 - Capacidad de refrigeración nominal: 5.4 kW
 - Capacidad de calefacción nominal: 7 kW
 - EER: 4
 - ESEER: 6.4
 - COP: 4.4
 - Nivel de potencia sonora: 64 dBA
 - Refrigerante: R-410 A
- Unidad Interior Mitsubishi Electric PEAD-RP35JAQ:
 - Caudal de aire: 14 m³/min
 - Velocidades del ventilador: 3
 - Presión sonora: 30 dBA

- **Almacén de residuos.**

En los almacenes de residuos debe de disponerse de un sistema de ventilación que puede ser natural, híbrida o mecánica. En este caso será natural.

○ **Caudal de ventilación.**

El caudal de ventilación será de 10 l/s por m², teniendo un total de 5.70 m² obtenemos:

$$q_v = 10 \cdot 5.70 = 57 \text{ l/s}$$

**PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)**

○ **Área efectiva de las aberturas de ventilación.**

Se contará con aberturas de admisión y extracción, que comunicarán directamente con el exterior y separadas verticalmente entre ellas 1.5 m como mínimo.

- **Aberturas de admisión** $\rightarrow 4 \cdot q_c \text{ o } 4 \cdot q_v \rightarrow 4 \cdot 57 = 228 \text{ cm}^2$
- **Aberturas de extracción** $\rightarrow 4 \cdot q_c \text{ o } 4 \cdot q_v \rightarrow 4 \cdot 57 = 228 \text{ cm}^2$

- **Garaje.**

En los garajes debe disponerse un sistema de ventilación que puede ser natural o mecánica. En nuestro caso se optará por un sistema de ventilación mecánica.

La ventilación debe ser para uso exclusivo del aparcamiento, salvo que los cuando los trasteros estén situados en el propio recinto del aparcamiento, como sucede en nuestro caso, en dicha situación la ventilación puede ser conjunta, respetando en todo caso la posible compartimentación de los trasteros como zona de riesgo especial, conforme al SI 1-2.

La ventilación se realizará por depresión con extracción mecánica. Las aberturas se instalarán en las puertas de entrada al garaje. Para evitar que se produzcan estancamientos de los gases contaminantes las aberturas de ventilación se dispondrán de manera que haya una abertura extracción por cada 100 m² de superficie útil y la separación entre aberturas más próximas sea menor que 10 m.

Las aberturas de extracción se colocarán a una distancia menor a 0.5 m del forjado.

Al haber más de 15 plazas de aparcamiento se dispondrá de 2 redes de extracción dotadas del correspondiente aspirador mecánico.

Al superar también los 100 m² útiles se dispondrá de un sistema de detección de monóxido de carbono que activará la ventilación mecánica al alcanzar una concentración de 50 p.p.m.

○ **Caudal de ventilación.**

El caudal de ventilación del garaje se calculará a partir de los caudales de ventilación mínimos exigidos en la tabla 2.1 del HS-3. Aunque en este caso de garaje con ventilación mecánica encontramos unas exigencias más restrictivas en el punto 8 del SI-3, en referencia a la evacuación de humos.

Por tanto, para el caso de garaje serán de 120 l/s de admisión y 150 l/s de extracción por plaza de aparcamiento.

En el garaje tenemos un total de 93 plazas, por lo que el caudal será:

$$\text{Caudal de extracción } q_{\text{ext}} = 150 \cdot 93 = 13950 \text{ l/s}$$

$$\text{Caudal de admisión } q_{\text{adm}} = 120 \cdot 93 = 11160 \text{ l/s}$$

○ **Área efectiva de las aberturas de ventilación.**

Se deberá colocar una abertura extracción por cada 100 m². Contando el aparcamiento con una superficie de 4267 m², obtendremos el siguiente número de aberturas:

$$\text{N}^\circ \text{ aberturas} = 4267/100 = 42.67 \rightarrow 43 \text{ aberturas de admisión y extracción.}$$

PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

Para obtener el área efectiva de las aberturas debemos antes conocer el caudal de ventilación que tendrá cada una de ellas. Para ello se dividirá el caudal de ventilación del garaje con el número de aberturas.

$$q_{\text{ext}} = 13950/43 = 324.41 \text{ l/s}$$

Obtenidos el caudal de cada abertura calculamos el área efectiva de dichos elementos:

$$\text{Aberturas de extracción} \rightarrow 4 \cdot q_c \text{ o } 4 \cdot q_v \rightarrow 4 \cdot 324.41 = 1297.64 \text{ cm}^2 \rightarrow 30 \times 50 \text{ cm}$$

Calculamos el área efectiva de las aberturas de admisión que se situarán en las puertas de acceso de vehículos del garaje.

$$\text{Aberturas de admisión} \rightarrow 4 \cdot q_c \text{ o } 4 \cdot q_v \rightarrow 4 \cdot 11160 = 44640 \text{ cm}^2$$

Al contar con dos puertas de acceso el área efectiva de cada puerta será el siguiente:

$$44640 \text{ cm}^2 / 2 = 22320 \text{ cm}^2 \rightarrow 2.32 \text{ m}^2$$

o **Dimensionado de conductos de extracción.**

Para el dimensionado de conductos de extracción para ventilación mecánica se tendrá en cuenta si los conductos discurrirán contiguos a un local habitable. En nuestro caso los conductos discurrirán junto a los huecos de los ascensores, siendo por tanto, locales no habitables. De esta forma el dimensionado de dichos conductos será el resultado de aplicar la siguiente expresión:

$$S = 1.5 \cdot q_v$$

Dimensionaremos un conducto de extracción más desfavorable, con 18 aberturas de extracción dividido en 3 ramales con 6 aberturas en cada uno, por lo que el conducto se dividirá en 8 tramos.

- Tramo 1: Caudal: 324.41 l/s
 $S = 1.5 \cdot 324.41 = 486.61 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{Conducto } 30 \times 30 \text{ cm}$
- Tramo 2: Caudal: 648.82 l/s
 $S = 1.5 \cdot 519.06 = 973.23 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{Conducto } 30 \times 40 \text{ cm}$
- Tramo 3: Caudal: 973.23 l/s
 $S = 1.5 \cdot 973.23 = 1459.84 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{Conducto } 40 \times 40 \text{ cm}$
- Tramo 4: Caudal: 1297.64 l/s
 $S = 1.5 \cdot 1297.64 = 1946.46 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{Conducto } 40 \times 50 \text{ cm}$
- Tramo 5: Caudal: 1622.05 l/s
 $S = 1.5 \cdot 1622.05 = 2433.07 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{Conducto } 50 \times 50 \text{ cm}$
- Tramo 6: Caudal: 1946.46 l/s
 $S = 1.5 \cdot 1946.46 = 2919.69 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{Conducto } 50 \times 60 \text{ cm}$
- Tramo 7: Se incorpora un ramal con 6 aberturas. Caudal: 3892.92 l/s

PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

$$S = 1.5 \cdot 3892.92 = 5839.38 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{Conducto } 60 \times 100 \text{ cm}$$

- Tramo 8: Se incorpora un ramal con 6 aberturas. Caudal: 5839.38 l/s

$$S = 1.5 \cdot 5839.38 = 8759.07 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{Conducto } 60 \times 150 \text{ cm}$$

- **Trasteros.**

Los trasteros que se encuentran en el mismo recinto que el garaje ventilarán a través del él, mientras que los trasteros que estén en recintos aparte ventilarán según la tabla 2.1 del HS-3, donde se colocarán una red de extracción en la zona común de los trasteros. Las aberturas de paso del para cada trastero se encontrarán en las puertas, estando separadas verticalmente 1.5 m.

- o **Caudal de ventilación.**

El caudal de ventilación de los trasteros se calculará a partir de los caudales de ventilación mínimos exigidos en la tabla 2.1 del HS-3.

Para el caso de garaje serán de 0.7 l/s por m² útil del recinto.

Contamos con tres recintos, por lo que los caudales serán:

- Recinto 1: Superficie 159.07 m²

$$q_{\text{vent}} = 0.7 \cdot 159.07 = 111.35 \text{ l/s}$$

- Recinto 2: Superficie 174.70m²

$$q_{\text{vent}} = 0.7 \cdot 174.70 = 122.29 \text{ l/s}$$

- o **Dimensionado de conductos de extracción.**

El dimensionado de los conductos será el resultado de aplicar la siguiente expresión:

$$S = 1.5 \cdot q_v$$

Dimensionaremos el conducto de extracción más desfavorable, correspondiente al recinto 2 de trasteros.

- Caudal: 122.29 l/s

$$S = 1.5 \cdot 122.29 = 183.43 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{Conducto } 10 \times 20 \text{ cm}$$

- **Sala coworking.**

- o **Caudal de ventilación.**

El caudal mínimo de aire exterior de ventilación exigido según el apartado 1.4.2.2 del RITE, se corresponde al IDA 2, siendo el caudal de 12.5 l/s por persona.

Siendo la ocupación de 30 personas obtenemos:

$$q_{\text{vent}} = 12.5 \cdot 30 = 375 \text{ l/s}$$

- o **Climatización.**

La climatización de sala de coworking se realizará mediante sistema VRV de dos tubos. La ventilación será independiente a través una caja de ventilación a la que se le añaden los filtros correspondientes. La unidad exterior será centrífuga, pudiendo ir alojada oculta en el falso techo del local. Las unidades interiores serán un total de tres y

PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

serán por conductos. A continuación se muestran las características técnicas de los aparatos que forman la instalación.

- Unidad exterior Hitachi VRF IVX Centrífugo RASC-4HNPE :
 - Capacidad de refrigeración nominal: 10.20 kW
 - Capacidad de calefacción nominal: 11.20 kW
 - EER: 3.35
 - ESEER: 5.6
 - COP: 3.8
 - Nivel de potencia sonora: 70 dBA
 - Refrigerante: R-410 A

- Unidad interior Hitachi Conductos presión media RPI-2.0FSN5E:
 - Capacidad de refrigeración nominal: 5.6 kW
 - Capacidad de calefacción nominal: 6.3 kW
 - Nivel de potencia sonora: 55 dBA
 - Refrigerante: R-410 A

- **Cafetería.**

○ **Caudal de ventilación.**

El caudal mínimo de aire exterior de ventilación exigido según el apartado 1.4.2.2 del RITE, se corresponde al IDA 3, siendo el caudal de 8 l/s por persona.

Siendo la ocupación de 74 personas obtenemos:

$$Q_{\text{vent}} = 8 \cdot 74 = 592 \text{ l/s}$$

○ **Climatización.**

La climatización de la cafetería se realizará mediante sistema VRV de dos tubos, funcionando la ventilación de forma independiente mediante una caja de ventilación a la que se le añaden los filtros correspondientes. La unidad exterior será centrífuga, pudiendo ir alojada de forma oculta en el falso techo del local. Las unidades interiores serán un total de dos y serán por conductos. A continuación se muestran las características técnicas de los aparatos que forman la instalación.

- Unidad exterior Hitachi VRF IVX Centrífugo RASC-5HNPE :
 - Capacidad de refrigeración nominal: 12.50 kW
 - Capacidad de calefacción nominal: 14 kW
 - EER: 3.14
 - ESEER: 5.43
 - COP: 3.4
 - Nivel de potencia sonora: 71 dBA
 - Refrigerante: R-410 A

- Unidad interior Hitachi Conductos presión media RPI-2.5FSN5E:
 - Capacidad de refrigeración nominal: 7.1 kW
 - Capacidad de calefacción nominal: 8.5 kW
 - Nivel de potencia sonora: 56 dBA
 - Refrigerante: R-410 A

- **Gimnasio.**

o **Caudal de ventilación.**

El caudal mínimo de aire exterior de ventilación exigido según el apartado 1.4.2.2 del RITE, se corresponde al IDA 3, siendo el caudal de 8 l/s por persona.

Siendo la ocupación de 76 personas obtenemos:

$$Q_{\text{vent}} = 8 \cdot 76 = 608 \text{ l/s}$$

o **Climatización.**

La climatización del gimnasio se llevará a cabo con un sistema VRV de dos tubos. La ventilación será independiente a través dos cajas de ventilación a la que se le añaden los filtros correspondientes, una para admisión de aire y otra para su expulsión. La unidad exterior será centrífuga, pudiendo ir alojada de forma oculta en el falso techo del local. Las unidades interiores serán un total de tres y serán por conductos. A continuación se muestran las características técnicas de los aparatos que forman la instalación.

o Unidad exterior Hitachi VRF IVX Centrífugo RASC-6HNPE :

- Capacidad de refrigeración nominal: 14 kW
- Capacidad de calefacción nominal: 15.50 kW
- EER: 2.75
- ESEER: 5.22
- COP: 2.7
- Nivel de potencia sonora: 72 dBA
- Refrigerante: R-410 A

o Unidad interior Hitachi Conductos presión media RPI-2.5FSN5E:

- Capacidad de refrigeración nominal: 7.1 kW
- Capacidad de calefacción nominal: 8.5 kW
- Nivel de potencia sonora: 56 dBA
- Refrigerante: R-410 A

- **Lavandería.**

o **Caudal de ventilación.**

El caudal mínimo de aire exterior de ventilación exigido según el apartado 1.4.2.2 del RITE, se corresponde al IDA 3, siendo el caudal de 8 l/s por persona.

Siendo la ocupación de 15 personas obtenemos:

$$Q_{\text{vent}} = 8 \cdot 15 = 120 \text{ l/s}$$

o **Climatización.**

La climatización de la lavandería será a través de un sistema VRV de dos tubos. La ventilación será independiente a través una caja de ventilación a la que se le añaden los filtros correspondientes. La unidad exterior será centrífuga, pudiendo ir alojada de forma oculta en el falso techo del local. Habrá una unidad interior y será por conductos.

PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)

A continuación se muestran las características técnicas de los aparatos que forman la instalación.

- Unidad exterior Hitachi VRF IVX Centrífugo RASC-4HNPE :
 - Capacidad de refrigeración nominal: 10.20 kW
 - Capacidad de calefacción nominal: 11.20 kW
 - EER: 3.35
 - ESEER: 5.6
 - COP: 3.8
 - Nivel de potencia sonora: 70 dBA
 - Refrigerante: R-410 A

- Unidad interior Hitachi Conductos presión media RPI-2.0FSN5E:
 - Capacidad de refrigeración nominal: 5.6 kW
 - Capacidad de calefacción nominal: 6.3 kW
 - Nivel de potencia sonora: 55 dBA
 - Refrigerante: R-410 A

- **Locales comerciales.**

○ **Caudal de ventilación.**

El caudal mínimo de aire exterior de ventilación exigido según el apartado 1.4.2.2 del RITE, se corresponde al IDA 3, siendo el caudal de 8 l/s por persona.

Siendo la ocupación del local más desfavorable de 20 personas obtenemos:

$$Q_{\text{vent}} = 8 \cdot 20 = 160 \text{ l/s}$$

○ **Climatización.**

La climatización de los locales comerciales se resuelve con un sistema VRV de dos tubos. La ventilación será independiente a través una caja de ventilación a la que se le añaden los filtros correspondientes. La unidad exterior será centrífuga, pudiendo ir alojada de forma oculto en el falso techo del local. Las unidades interiores serán un total de tres (una por local) y serán por conductos. A continuación se muestran las características técnicas de los aparatos que forman la instalación.

- Unidad exterior Hitachi VRF IVX Centrífugo RASC-4HNPE :
 - Capacidad de refrigeración nominal: 10.20 kW
 - Capacidad de calefacción nominal: 11.20 kW
 - EER: 3.35
 - ESEER: 5.6
 - COP: 3.8
 - Nivel de potencia sonora: 70 dBA
 - Refrigerante: R-410 A

- Unidad interior Hitachi Conductos presión media RPI-2.0FSN5E:
 - Capacidad de refrigeración nominal: 5.6 kW
 - Capacidad de calefacción nominal: 6.3 kW
 - Nivel de potencia sonora: 55 dBA
 - Refrigerante: R-410 A

7. Presupuesto aproximado.

Para el cálculo aproximado del presupuesto del proyecto se seguirá el documento Costes de Referencia de la Construcción para el año 2019, generado por el Colegio Oficial de Arquitectos de Cádiz

El Presupuesto de Ejecución Material de los Proyectos se elaborará valorando las distintas unidades de obra proyectadas, entendiéndose como base más ajustada la de la Fundación Codificación y Banco de Precios de la Construcción de la Junta de Andalucía, vigentes en cada momento. No obstante, y deducidos de los anteriores, se adjuntan como referencia los siguientes valores de coste por metro cuadrado de la edificación, según sus distintas características.

7.1. Costes de referencia del uso residencial.

En edificios de viviendas, calificados con la letra A, el precio por metro cuadrado construido del uso residencial al cálculo del presupuesto de ejecución material (PEM) se obtiene a partir del tipo de edificación. En nuestro caso será de Vivienda Plurifamiliar Exenta (A7) que cuenta con el siguiente valor:

A7 (vivienda plurifamiliar exenta) → 683.23 €/m²

El coste total del uso residencial R se obtendrá de multiplicar el coste total unitario A7 por la superficie total construida del uso residencial $S_r=11398$ m², la cual se obtiene de sumar las superficies construidas de los diferentes tipo de viviendas existentes en el conjunto residencial, además de las superficies de las zonas comunes de distribución (galería), y los núcleos de comunicación vertical.

Coste total residencial (R) → 667.87 · 11398 = 7 612 782.98 €

7.2. Costes de referencia de uso comercial.

En edificios de viviendas, el precio por metro cuadrado construido del uso comercial aplicable al cálculo del presupuesto de ejecución material (PEM) se obtendrá a partir de un módulo base B4 (locales terminados en cualquier planta de un edificio):

B4 (locales terminados en cualquier planta de un edificio) → 517.60 €/m²

El coste total del uso comercial C se obtendrá de multiplicar el coste total unitario B4 por la superficie total construida del uso comercial $S_c=347$ m², la cual se obtiene de sumar las superficies construidas de los locales comerciales

Coste total comercial (C) → 517.60 · 393 = 203 494.44 €

7.3. Costes de referencia de uso estacionamiento.

El uso estacionamiento, al estar en un edificio de viviendas se situará en planta sótano, por lo que el precio por metro cuadrado construido del uso estacionamiento aplicable al cálculo del presupuesto de ejecución material (PEM) se obtendrá a partir de un módulo base D1 (bajo rasante):

D1 (bajo rasante) → 414.08 €/m²

El coste total del uso estacionamiento E se obtendrá de multiplicar el coste total unitario D1 por la superficie total construida del uso comercial $S_e=4159$ m², la cual se obtiene de sumar la superficie destinada a aparcamiento

Coste total estacionamiento (E) → 414.08 · 4122 = 1 707 086.20 €

7.4. Costes de referencia de uso trastero.

Al igual que en el uso estacionamiento, el uso trastero al estar en un edificio de viviendas se situará en planta sótano, por lo que el precio por metro cuadrado construido del uso trastero aplicable al cálculo del presupuesto de ejecución material (PEM) se obtendrá a partir de un módulo base F7 (cada planta o entreplanta situada entre el pavimento y la cubierta). Este módulo, al estar bajo rasante, habría que multiplicarlo por el factor 1.10 tal y como indica el módulo E1:

$$\text{F7 (cada planta o entreplanta situada entre el pavimento y la cubierta)} \rightarrow 1.10 \cdot 186.34 \\ = 204.97 \text{ €/m}^2$$

El coste total del uso trastero T se obtendrá de multiplicar el coste total unitario F7 tras aplicarle el coeficiente del módulo E1, por la superficie total construida del uso trastero $S_t=644 \text{ m}^2$.

$$\text{Coste total trastero (T)} \rightarrow 204.97 \cdot 440 = 90\,227.79 \text{ €}$$

7.5. Costes de referencia de uso oficinas.

En edificios de viviendas, el precio por metro cuadrado construido del uso oficinas aplicables al cálculo del presupuesto de ejecución material (PEM) se obtendrá a partir de un módulo base I1 (oficinas formando parte de una o más plantas de un edificio destinado a otros usos):

$$\text{I1 (oficinas formando parte de una o más plantas de un edificio destinado a otros usos)} \\ \rightarrow 621.12 \text{ €/m}^2$$

El coste total del uso oficinas CW se obtendrá de multiplicar el coste total unitario I1 por la superficie total construida del uso comercial $S_{cw}=291 \text{ m}^2$, la cual se obtiene de sumar las superficies construidas de los locales comerciales

$$\text{Coste total oficinas (CW)} \rightarrow 621.12 \cdot 291 = 180\,994.36 \text{ €}$$

7.6. Costes de referencia de uso hostelero.

El precio por metro cuadrado construido del uso hostelero aplicable al cálculo del presupuesto de ejecución material (PEM) se obtendrá a partir de un módulo base H1 (cafeterías – bares – ventas):

$$\text{H1 (cafeterías – bares - ventas)} \rightarrow 662.53 \text{ €/m}^2$$

El coste total del uso hostelero CF se obtendrá de multiplicar el coste total unitario H1 por la superficie total construida del uso comercial $S_{cf}=134 \text{ m}^2$, la cual se obtiene de sumar las superficies construidas de los locales comerciales

$$\text{Coste total hostelero (CF)} \rightarrow 662.53 \cdot 134 = 88\,779.02 \text{ €}$$

7.7. Costes de referencia de uso deportivo.

El precio por metro cuadrado construido del uso deportivo aplicable al cálculo del presupuesto de ejecución material (PEM) se obtendrá a partir de un módulo base J9 (gimnasios):

$$\text{J9 (gimnasios)} \rightarrow 703.94 \text{ €/m}^2$$

**PROYECTO FIN DE GRADO
VIVIENDAS EN EL ENTORNO DE PUNTALES (CÁDIZ)**

El coste total del uso deportivo GM se obtendrá de multiplicar el coste total unitario J9 por la superficie total construida del uso comercial Sgm=345 m², la cual se obtiene de sumar las superficies construidas de los locales comerciales

$$\text{Coste total deportivo (GM)} \rightarrow 703.94 \cdot 345 = 242\ 859.30 \text{ €}$$

7.8. Presupuesto aproximado de Ejecución Material (PEM).

El presupuesto aproximado de ejecución material PEM del proyecto se obtendrá a partir de la suma de los costes de referencia de los diferentes usos antes considerados. Se considerarán por tanto los costes de referencia de uso residencial (R = 7 612 782.98 €), el uso comercial (C=203 494.44 €), uso estacionamiento (E = 1 707 086.20 €), uso trastero (T = 90 227.79 €), uso oficinas (CW = 180 994.36 €), uso hostelero (CF = 88 779.02 €) y uso deportivo (GM = 242 859.30 €).

$$\text{PEM} = 7\ 612\ 782.98 + 203\ 494.44 + 1\ 707\ 086.20 + 90\ 227.79 + 180\ 994.36 + \\ 88\ 779.02 + 242\ 859.30 = 10\ 126\ 231.09\text{€}$$

7.9. Presupuesto de Estudio de Seguridad y Salud.

El presupuesto para la aplicación y ejecución del Estudio de Seguridad y Salud deberá cuantificar el conjunto de gastos previstos, tanto por lo que se refiere a la suma total, como a la valoración unitaria de los elementos, con referencia al cuadro de precios sobre el que se calcula.

El presupuesto del Estudio de Seguridad y Salud del proyecto PESS se obtendrá de multiplicar el presupuesto de ejecución material PEM previamente calculado, por un porcentaje K deducido de los costes de Referencia de la Construcción para 2019 como estimación mínima del presupuesto de Estudio de Seguridad y Salud Laboral. Para edificios de viviendas, se cogerá un valor de 2.5% (valor medio entre los porcentajes 2 y 3% propuestos en el documento).

$$\text{PESS} = \text{PEM} \cdot K = 10\ 126\ 231.09 \cdot 0.025 = 253\ 155.77 \text{ €}$$