



Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar

TRABAJO FIN DE GRADO

*Estudio de requerimientos y diseño preliminar de un
aparcamiento de vehículos en altura en la Escuela Naval Militar*

Grado en Ingeniería Mecánica

ALUMNO: D. Carlos Carvajal Cervera

DIRECTORES: D. Arturo González Gil

D. Francisco Javier Rodríguez Rodríguez

CURSO ACADÉMICO: 2018-2019

Universida_{de}Vigo



Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar

TRABAJO FIN DE GRADO

*Estudio de requerimientos y diseño preliminar de un
aparcamiento de vehículos en altura en la Escuela Naval Militar*

Grado en Ingeniería Mecánica
Intensificación en Tecnología Naval
Cuerpo General

Universida_{de}Vigo

RESUMEN

El presente trabajo de fin de grado consiste en realizar un diseño preliminar de un aparcamiento en altura en la Escuela Naval Militar, estudiando los requerimientos técnicos necesarios. Para ello, se ha analizado la situación del uso actual de las plazas de aparcamiento en la ENM y también se ha elaborado una encuesta a alumnos y personal laboral, dónde se han obtenido conclusiones sobre la problemática existente. Además, se han estudiado tres modelos de proyectos de edificios de aparcamientos, que sirven de referencia para el diseño que se propone en este trabajo. El estudio de los requerimientos se centra en el análisis del Código Técnico de la Edificación, aplicado en la construcción de un aparcamiento en altura. Con todo ello, se propone un diseño de aparcamiento de cinco plantas con un total de 89 plazas de aparcamiento, incluidas tres para minusválidos. Se han realizado planos 2D en *AutoCAD* de la distribución en planta del diseño de aparcamiento y de sus principales vistas, complementándolos con un modelo 3D utilizando *SketchUp-Pro*. Por último se realiza un presupuesto aproximado del coste de la obra.

PALABRAS CLAVE

Edificio de aparcamientos, Escuela Naval Militar, CTE, requerimientos de diseño, estructura.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por apoyarme de forma incondicional en todo momento, a Celia por ayudarme a hacer fácil lo difícil y a mis amigos por mostrarse siempre orgullosos de mí. También me gustaría agradecer a aquellos profesores civiles y militares que han contribuido en mi formación como ingeniero, militar y persona durante estos cinco años de carrera.

Contenido

Contenido	1
Índice de imágenes	3
Índice de Tablas.....	6
1 Introducción y objetivos	8
1.1 Introducción	8
1.1.1 Situación actual del reglamento de circulación y aparcamiento en la Escuela Naval Militar.....	8
1.1.2 Análisis de la situación actual de los aparcamientos en la ENM.....	11
1.1.3 Valoración del análisis realizado	18
1.2 Motivación del proyecto y objetivos.....	19
1.3 Metodología y recursos empleados	19
1.3.1 Metodología.....	19
1.3.2 Recursos empleados.....	20
2 Estado del arte en la edificación de aparcamientos	23
2.1 Generalidades sobre la legislación en la edificación de aparcamientos.....	23
2.1.1 El Código Técnico de la Edificación	24
2.1.2 Normativa complementaria al cálculo estructural	27
2.2 Modelos de referencia para el diseño de aparcamientos en altura	27
2.2.1 Proyecto básico de aparcamientos en plaza Segunda Aguada (Cádiz).....	28
2.2.2 Proyecto de edificación de un garaje de un centro para la innovación y el emprendimiento en Ventanielles, Oviedo	32
2.2.3 Proyecto de construcción del Aparcamiento de Ibarbengoa y sus accesos	37
3 Factores que condicionan el diseño y construcción de un edificio de aparcamientos en la ENM	38
3.1 Encuesta de opinión al personal de la ENM	38
3.1.1 Primera pregunta.....	39
3.1.2 Segunda pregunta.....	39
3.1.3 Tercera pregunta	40
3.1.4 Cuarta pregunta.....	40
3.2 Requerimientos legales (CTE)	41
3.2.1 Seguridad estructural	41
3.2.2 Seguridad en caso de incendios	47
3.2.3 Acceso y utilización.....	49
3.2.4 Protección frente a ruido.....	50
3.2.5 Salubridad	52

3.2.6 Ahorro energético	54
3.3 Construcción de nuevos edificios en la ENM	55
4 Valoración de alternativas, selección, definición y justificación de la propuesta	57
4.1 Diferentes alternativas de proyecto	57
4.1.1 Emplazamiento en el barrio industrial (ENM)	57
4.1.2 Emplazamiento en el CASI (ENM)	58
4.1.3 Emplazamiento a poniente del edificio Isaac Peral (ENM).....	59
4.2 Elección de la alternativa	61
4.3 Descripción técnica de la propuesta	61
4.3.1 Descripción general	61
4.3.2 Estructura y elementos del edificio.....	65
4.3.3 Cumplimiento de aspectos generales del CTE	74
5 Presupuesto aproximado del diseño propuesto	75
5.1 Presupuestos Parciales	75
5.1.1 Movimiento de tierras	75
5.1.2 Cimentaciones.....	77
5.1.3 Estructura de hormigón.....	78
5.1.4 Albañilería	81
5.1.5 Cerramientos	82
5.1.6 Carpinterías	85
5.2 Presupuesto de Ejecución Material (PEM)	86
5.3 Presupuesto de Licitación (PL)	86
5.4 Presupuesto Total	87
6 Conclusiones y líneas futuras	88
6.1 Conclusiones	88
6.2 Líneas futuras	89
7 Bibliografía.....	90
Anexo I: Resultado completo de la encuesta.....	93
Anexo II: Planos	95

Índice de imágenes

Imagen 1-1 Plano general de la ENM (Servicio de mantenimiento de la ENM).....	10
Imagen 1-2 Algunos vehículos mal aparcados en la ENM (Fotografías propias).....	11
Imagen 1-3 Balance del uso medio de aparcamiento: explanada (GoogleEarth-elaboración propia)	12
Imagen 1-4 Balance del uso medio de aparcamiento: Ayudantía Mayor (GoogleEarth-elaboración propia).....	12
Imagen 1-5 Balance del uso medio de aparcamiento: cuartel Marqués de la Victoria (GoogleEarth- elaboración propia)	13
Imagen 1-6 Balance del uso medio de aparcamiento: Isaac Peral (GoogleEarth-elaboración propia)	14
Imagen 1-7 Balance del uso medio de aparcamiento: muelle Almirante Vierna (GoogleEarth- elaboración propia)	14
Imagen 1-8 Balance del uso medio de aparcamiento: cuartel Almirante Francisco Moreno (GoogleEarth-elaboración propia)	15
Imagen 1-9 Balance del uso medio de aparcamiento: factoría (GoogleEarth-elaboración propia) .	16
Imagen 1-10 Balance del uso medio de aparcamiento: cuartel de marinería (GoogleEarth- elaboración propia)	16
Imagen 1-11 Balance del uso medio de aparcamiento: barrio industrial (GoogleEarth-elaboración propia).....	17
Imagen 1-12 Balance aparcamiento dirección (GoogleEarth-elaboración propia)	17
Imagen 1-13 Balance del uso medio de aparcamiento: residencia (GoogleEarth-elaboración propia)	18
Imagen 1-14 Captura de pantalla durante el uso de <i>AutoCAD</i> (Fuente: [3], elaboración propia)....	21
Imagen 1-15 Captura de pantalla durante el uso de <i>SketchUp-Pro</i> (Fuente: [4], elaboración propia)	21
Imagen 1-16 Utilización de <i>Microsoft Excel</i> durante el trabajo (Fuente: [5], elaboración propia)..	22
Imagen 1-17 Telémetro y odómetro utilizados en las mediciones (Fotografías propias)	22
Imagen 2-1 Evolución uso de vehículos en España. (Fuente: [6]).....	24
Imagen 2-2 Emplazamiento del proyecto objeto de análisis (Fuente: [24]).....	28
Imagen 2-3 Forjado bidireccional utilizado en el proyecto modelo tipo “Casetón Perdido” (Fuente: [24]).....	30
Imagen 2-4 Dimensiones mínimas peldaños. (Fuentes: [24] [13])	31
Imagen 2-5 Espacios libres de obstrucción en los accesos. (Fuente: [24] [13])	31
Imagen 2-6 Plano general aparcamiento Plaza Segunda Aguada, Cádiz (Fuente: [24]).....	32
Imagen 2-7 Plano planta aparcamiento modelo (Fuente: [25]).....	34
Imagen 2-8 Leyenda equipos de detección y extinción de incendios (Fuente: [25] [12])	35

Imagen 2-9 Ejemplo de suelo de aparcamiento protegido frente al ruido (Fuente: [25])	36
Imagen 3-1 Encuesta de opinión a personal de la ENM (Elaboración propia)	38
Imagen 3-2 Resultado pregunta 1(Excel-elaboración propia).....	39
Imagen 3-3 Resultado pregunta 2 (Excel-elaboración propia).....	40
Imagen 3-4 Resultado pregunta 3 (Excel-elaboración propia).....	40
Imagen 3-5 Resultado pregunta 4 (Excel-elaboración propia).....	41
Imagen 3-6 Representación gráfica del concepto de desplome (Fuente: [11])	42
Imagen 3-7 Cimentación por micropilotes hormigonados in situ en la ENM (Fuente: [27])	45
Imagen 3-8 Cimentación de pilotes por fuste y por punta (Fuente: [29])	46
Imagen 3-9 Estructura típica de cimentación por pilotes (Fuente: [29]).....	46
Imagen 3-10 Cambio de tramo de escalera con meseta (Fuente: [13])	49
Imagen 3-11 Elementos constructivos de la opción simplificada (Fuente: [15]).....	51
Imagen 3-12 Tipos de elementos de separación vertical apoyado sobre forjado (Fuente: [15]).....	51
Imagen 3-13 Trasmisión indirecta de ruido interior a través de forjado y fachada (Fuente: [36]) ..	52
Imagen 3-14 Ejemplo de encuentro muro-fachada (Fuente: [14])	53
Imagen 3-15 Cartel de certificación ISO 14001 en la Escuela Naval Militar (Fuente: fotografía propia).....	54
Imagen 3-16 Obligaciones del empresario titular según NTP 918 (Fuente: [43])	55
Imagen 3-17 Medios de coordinación propuestos por la NTP 919 (Fuente: [44]).....	56
Imagen 4-1 Emplazamiento barrio industrial (Elaboración propia-googleEarth).....	58
Imagen 4-2 Emplazamiento CASI (Elaboración propia-googleEarth)	59
Imagen 4-3 Emplazamiento Isaac Peral (Elaboración propia-googleEarth)	60
Imagen 4-4 Emplazamiento seleccionado (Elaboración propia).....	61
Imagen 4-5 Vista 3D del aparcamiento (Elaboración propia).....	62
Imagen 4-6 Interior y exterior de la planta baja (Elaboración propia).....	63
Imagen 4-7 Acceso al núcleo de comunicación vertical desde la planta baja (Elaboración propia)	63
Imagen 4-8 Circulación interior y radios de giro (Elaboración propia)	64
Imagen 4-9 Interior y exterior de una planta tipo (Elaboración propia).....	64
Imagen 4-10 Planta superior (Elaboración propia)	65
Imagen 4-11 Salida del módulo de comunicación vertical por la planta superior (Elaboración propia).....	65
Imagen 4-12 Ejemplo de cimentación como la del diseño (Fuente: [48])	66
Imagen 4-13 Pilares y forjado similares a los usados en el diseño (Fuente: [49]).....	67
Imagen 4-14 Croquis de la solución propuesta pilar + forjado (Elaboración propia)	69
Imagen 4-15 Croquis de la solución no seleccionada pilar + viga + forjado (Elaboración propia).	69
Imagen 4-16 Construcción de un forjado de losa maciza de hormigón armado (Fuente: [50]).....	69
Imagen 4-17 Rampa de aparcamiento tipo losa maciza de hormigón armado (Fuente: [49])	70

Imagen 4-18 Elementos usados en los muros y cerramientos del diseño (Fuente: [49], [51]).....	71
Imagen 4-19 Detalles de la solución de cerramiento del diseño (Elaboración propia)	71
Imagen 4-20 Aclaración sobre la solución del cerramiento (Elaboración propia).....	71
Imagen 4-21 Detalle en planta del núcleo de comunicación vertical del diseño (Elaboración propia)	72
Imagen 4-22 Ejemplo de escalera de hormigón similar a la empleada en el diseño (Fuente: [52]).	73
Imagen 4-23 Ejemplos de elementos usados en el diseño (Fuente: [52], [53]).....	74
Imagen 6-1 Vista general del aparcamiento propuesto (Elaboración propia)	89

Índice de Tablas

Tabla 1-1 Relación de aparcamientos autorizados en la ENM (Fuente: [2])	10
Tabla 1-2 Balance del uso medio de aparcamientos: explanada (Elaboración propia)	12
Tabla 1-3 Balance del uso medio de aparcamiento: Ayudantía Mayor (Elaboración propia)	12
Tabla 1-4 Balance del uso medio de aparcamiento: cuartel Marqués de la Victoria (Elaboración propia)	13
Tabla 1-5 Balance del uso medio de aparcamiento: Isaac Peral (Elaboración propia)	13
Tabla 1-6 Balance del uso medio de aparcamiento: muelle Almirante Vierna (Elaboración propia)	14
Tabla 1-7 Balance del uso medio de aparcamiento: cuartel Almirante Francisco Moreno (Elaboración propia)	15
Tabla 1-8 Balance del uso medio de aparcamiento: factoría (Elaboración propia)	15
Tabla 1-9 Balance del uso medio de aparcamiento: cuartel de marinería (Elaboración propia)	16
Tabla 1-10 Balance del uso medio de aparcamiento: barrio industrial (Elaboración propia)	17
Tabla 1-11 Balance aparcamiento dirección (Elaboración propia)	17
Tabla 1-12 Balance del uso medio de aparcamiento: residencia (Elaboración propia)	18
Tabla 3-1 Clasificación de suelos según resbaladicidad (Fuente: [13])	49
Tabla 4-1 Medidas del emplazamiento del barrio industrial (Elaboración propia)	58
Tabla 4-2 Medidas del emplazamiento del CASI (Elaboración propia)	59
Tabla 4-3 Medidas del emplazamiento del Isaac Peral (Elaboración propia)	60
Tabla 4-4 Matriz de puntos para la selección del emplazamiento (Elaboración propia)	61
Tabla 4-5 Características generales del aparcamiento (Anexo de Planos)	62
Tabla 4-7 Pilares usados en el diseño (Elaboración propia)	67
Tabla 4-8 Forjados y cubierta usados en el diseño (Elaboración propia)	68
Tabla 4-9 Muros y cerramientos utilizados en el diseño (Elaboración propia)	70
Tabla 4-10 Elementos estructurales empleados en el núcleo de comunicación vertical (Elaboración propia)	72
Tabla 4-11 Otros elementos considerados en el diseño del edificio (Elaboración propia)	73
Tabla 4-12 Cumplimiento de aspectos generales del CTE (Elaboración propia)	74
Tabla 5-1 Presupuesto de vaciado de tierras (Elaboración propia, [47])	76
Tabla 5-2 Presupuesto relleno de tierras (Elaboración propia, [47])	76
Tabla 5-3 Presupuesto subbase granular (Elaboración propia, [47])	76
Tabla 5-4 Presupuesto movimiento de tierras (Elaboración propia, [47])	76
Tabla 5-5 Presupuesto de pilotes (Elaboración propia, [47])	77
Tabla 5-6 Presupuesto de encepados (Elaboración propia, [47])	77
Tabla 5-7 Presupuesto vigas riostras o de atado (Elaboración propia, [47])	78

Tabla 5-8 Presupuesto total de cimentaciones (elaboración propia, [47])	78
Tabla 5-9 Presupuesto forjado planta tipo (Elaboración propia, [47]).....	78
Tabla 5-10 Presupuesto forjado planta cuarta (Elaboración propia, [47])	79
Tabla 5-11 Presupuesto rampa de hormigón plantas baja a cuarta (Elaboración propia, [47]).....	79
Tabla 5-12 Presupuesto rampa conexión residencia (Elaboración propia, [47])	79
Tabla 5-13 Presupuesto de escaleras de hormigón (Elaboración propia, [47]).....	80
Tabla 5-14 Presupuesto zócalo de hormigón (Elaboración propia, [47]).....	80
Tabla 5-15 Presupuesto solera de hormigón (Elaboración propia, [47]).....	80
Tabla 5-16 Presupuesto pilares de hormigón (Elaboración propia, [47])	80
Tabla 5-17 Presupuesto total estructura de hormigón (Elaboración propia, [47])	81
Tabla 5-18 Presupuesto bloques de hormigón (Elaboración propia, [47]).....	82
Tabla 5-19 Presupuesto acerado y bordillos (Elaboración propia, [47]).....	82
Tabla 5-20 Presupuesto total albañilería (Elaboración propia, [47])	82
Tabla 5-21 Presupuesto de cerramientos de hormigón (Elaboración propia, [47]).....	84
Tabla 5-22 Presupuestos piezas prefabricadas en dinteles y alféizares (Elaboración propia, [47]).	84
Tabla 5-23 Presupuesto vidrio armado (Elaboración propia, [47]).....	85
Tabla 5-24 Presupuesto total de cerramientos (Elaboración propia, [47]).....	85
Tabla 5-25 Presupuesto de carpinterías (Elaboración propia, [47]).....	86
Tabla 5-26 Presupuesto total de carpinterías (Elaboración propia, [47]).....	86
Tabla 5-34 Presupuestos Parciales (Elaboración propia)	86
Tabla 5-35 Presupuesto de Ejecución Material (PEM) (Elaboración propia)	86
Tabla 5-36 Gastos Generales (Elaboración propia)	86
Tabla 5-37 Beneficio Industrial (Elaboración propia).....	86
Tabla 5-38 Presupuesto de Licitación (PL) (Elaboración propia).....	86
Tabla 5-39 Importe correspondiente al 21% de IVA (Elaboración propia)	87
Tabla 5-40 Presupuesto Total de la obra (Elaboración propia).....	87

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1 Introducción

La Real Academia Española de la Lengua (RAE) define ingeniería como “el conjunto de conocimientos orientados a la invención y utilización de técnicas para el aprovechamiento de los recursos naturales o para la actividad industrial” [1]. Además, en el campo científico se complementa dicha definición añadiendo que esta aplicación del conocimiento también se orienta al diseño, perfeccionamiento y manejo de nuevos procedimientos en el campo de la industria y más campos de aplicación científica atendiendo en términos generales a la satisfacción de necesidades y resolución de problemas que demanda la sociedad.

Es por esto que en este trabajo analizamos las condiciones que se presentan en un determinado lugar, estudiamos una problemática e intentamos proponer una solución utilizando los medios que la ingeniería nos ofrece.

1.1.1 Situación actual del reglamento de circulación y aparcamiento en la Escuela Naval Militar

La Escuela Naval Militar (Marín, Pontevedra) como centro militar de formación y como recinto de trabajo tanto para personal civil como militar tiene una serie de normas de convivencia y de uso de sus instalaciones que deben ser cumplidas por todos los usuarios de las mismas y por todo el personal que permanezca dentro del recinto. El documento que recoge todas las normas de régimen interior es el L.O.R.I.-E.N.M. (Libro de Organización de Régimen Interior de la Escuela Naval Militar, en adelante nos referiremos a él como LORI). En particular, la normativa que analizaremos será la Instrucción NUM.22182 que se titula “*Control de Circulación y Aparcamiento de Vehículos que Acceden al Interior de la Escuela Naval Militar*” [2]. Esta Instrucción es fundamental para entender la propuesta del presente trabajo, comprender el funcionamiento de la circulación y aparcamientos en el interior del recinto nos va a ayudar a plantear las hipótesis y soluciones para la justificación del trabajo. A continuación se resumen algunos de los aspectos importantes a tener en cuenta del presente reglamento.

Autorizaciones: en la Escuela Naval Militar todo lo referente a acceso, circulación y aparcamiento de vehículos está controlado por la Oficina de Seguridad, que es el organismo dentro de la ENM y cuya autoridad es la Ayudantía Mayor, cuyo mando es el Capitán de Fragata, Ayudante Mayor y por consiguiente, la autoridad máxima es el Capitán de Navío Comandante Director de la ENM. En cualquier caso, las funciones autoritarias quedan delegadas para el uso diario al personal de guardia, cuya autoridad primera es el Oficial Comandante de la Guardia de la ENM, que tendrán como

obligación poner en conocimiento de la Oficina de Seguridad toda incidencia, observación o situación extraordinaria relativa al acceso, circulación y aparcamiento de vehículos en la Escuela Naval Militar.

Normas: las entradas y salidas de la ENM son totalmente controladas por el personal de guardia, la instrucción delimita por dónde se han de realizar. Por lo general éstas se harán por la Puerta de Carlos I, además para determinadas personalidades y autorizaciones excepcionales se habilita la Puerta de la Avenida de Pinzón (“Palmeras”) y para vehículos de grandes dimensiones y situaciones también excepcionales se puede habilitar la Puerta de la Avenida Cándido Pérez (“Portocelo”), cuando se usen las entradas y salidas de carácter excepcional se debe poner en conocimiento del Comandante de la Guardia y de la Oficina de Seguridad. Además la Escuela Naval Militar tiene una puerta para vehículos y peatones que da acceso a la residencia de suboficiales, edificio de enfermería y capilla (edificio Enfermería Virgen del Camino).

En cuanto a la propia circulación dentro del recinto se limita la velocidad máxima a 30km/h, se obliga al cumplimiento de las normas de tráfico en el interior siguiendo las señales y marcas en el pavimento dando prioridad absoluta en todo el recinto a los peatones. La circulación podrá ser modificada por instrucción de Ayudantía Mayor a causa de actividades y actos. Durante el izado y arriado de bandera no puede haber vehículos en circulación, el conductor deberá parar el motor y permanecer fuera del vehículo mostrando señal de respeto hasta la finalización de los mismos. En todo caso es el conductor el responsable de cumplir las normas de circulación que se reflejan en la presente instrucción y que además aparecen en el reverso del pase de acceso individual que se le proporciona. Este pase de acceso será diferente según el tipo de permiso que requiera la persona. Éste podrá ser retirado si la Oficina de Seguridad lo considera debido al incumplimiento de normas, fecha de caducidad sobrepasada u otra consideración bajo su competencia.

Zonas de aparcamiento: en cuanto a las zonas de aparcamiento y las normas que rigen su utilización la instrucción las delimita con zonas marcadas con pintura blanca. Con pintura amarilla aparecen las zonas prohibidas para aparcar. Las zonas amarillas con rótulo serán de uso exclusivo para determinados cargos de responsabilidad en la ENM. El Comandante de la Guardia tiene autorización para permitir aparcar a vehículos en zonas no delimitadas para este uso en casos excepcionales, aunque en ningún caso se debe entorpecer el tránsito o taponar zonas estrechas. Tampoco está permitido que vehículos con averías por pérdidas de fluidos estacionen en la ENM. Excepcionalmente se permite aparcar en “segunda fila” en frente del Cuartel de Alumnos Marqués de la Victoria y en la explanada en frente de las aulas y edificio del CUD en horario de mañana. En cualquier caso, para mayor aclaración, las plazas de aparcamiento existentes en la ENM y destinadas exclusivamente para ese uso vienen reflejadas en la Tabla 1-1. En total se autorizan 410 plazas de aparcamiento en todo el recinto de la ENM. La relación de plazas en comparación con el número de vehículos que pueden llegar a necesitar aparcar en la ENM es parte de la problemática que analizamos en el siguiente apartado. Es muy común encontrar vehículos mal aparcados o aparcados en zonas prohibidas. La Oficina de Seguridad amonesta a los infractores, llegando a poder retirar el pase con la inmediata repercusión de prohibir aparcar el vehículo dentro del recinto.

Para aclaración de los lugares mencionados en los diferentes puntos de este apartado, a los que se hace referencia en la presente instrucción, se adjunta un plano general de la ENM donde podemos identificar los diferentes edificios y puntos de acceso al recinto (Imagen 1-1).

RELACION DE APARCAMIENTOS AUTORIZADOS

DENOMINACIÓN	COMPRENDE	N° PLAZAS
EXPLANADA	EDIFICIO "PRINCIPE DE ASTURIA" EDIFICIO AULAS EDIFICIO INTENDENCIA	50
AYUDANTÍA MAYOR	EDIFICIO DE AYUDANTÍA	7
CUARTEL "M. VICTORIA"	CUARTEL "M. VICTORIA", LATERALES ESTE Y OESTE	29
ISAAC PERAL	JARDINES EDIFICIO "ISAAC PERAL"	81
MUELLE "A. VIERNA"	MUELLE/TORPEDOS	24
CUARTEL "F. MORENO"	POSTERIOR Y LATERAL DESDE EDIFICIO CUARTEL INSTALACIONES CASI	76
FACTORÍA	ALMACENES	8
CUARTEL MARINERÍA	POSTERIOR Y LATERAL OESTE DEL EDIFICIO	50
BARRIO INDUSTRIAL	FRONTAL NORTE DE LOS EDIFICIOS	26
DIRECCIÓN	LATERAL ESTE DEL EDIFICIO	9
RESIDENCIA	LATERAL ESTE Y POSTERIOR EDIFICIO RESIDENCIA	41
TOTAL:		410

Tabla 1-1 Relación de aparcamientos autorizados en la ENM (Fuente: [2])

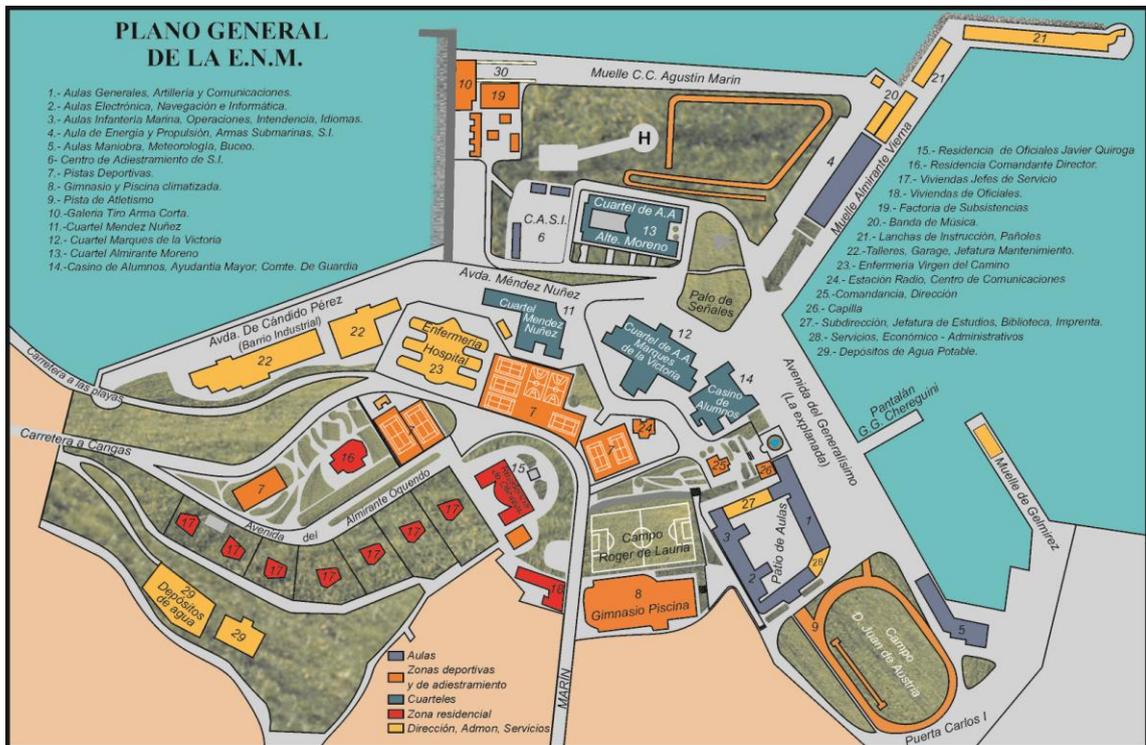


Imagen 1-1 Plano general de la ENM (Servicio de mantenimiento de la ENM)

1.1.2 Análisis de la situación actual de los aparcamientos en la ENM

Como acabamos de ver existen numerosos espacios reservados para el aparcamiento de vehículos en la Escuela Naval Militar. Sin embargo, parece evidente que el planteamiento del mismo está pensado para otra época en la cual la densidad de vehículos en la ENM era mucho menor que la actual. En este apartado se ha analizado el uso real de los diferentes espacios para aparcar que refleja la instrucción [2] así como las demás necesidades que se plantean en la actualidad en el tema de aparcamientos en la ENM.

Los problemas que encontramos tras el análisis convergen en la ineficiente organización de los espacios destinados para aparcar, siempre hay coches que incumplen la normativa ya sea bien porque quedan aparcados donde les es más conveniente por cercanía o bien para mantener su vehículo limpio puesto que hay zonas dentro del recinto donde los vehículos quedan muy sucios a lo largo de la semana ya sea por factores meteorológicos o por los excrementos de las gaviotas que abundan en toda la zona (Imagen 1-2).



Imagen 1-2 Algunos vehículos mal aparcados en la ENM (Fotografías propias)

Este análisis se ha realizado durante la semana del 15 al 21 de enero de 2018 durante horario laboral entre las 10:15h y las 14:20h de la mañana. En cada una de las zonas que se muestran en la Tabla 1-1, se ha señalado en azul las zonas habilitadas para aparcar y en rojo donde habitualmente hay vehículos mal estacionados. El procedimiento que se ha seguido consiste en el recuento de vehículos en cada una de las zonas durante el tiempo mencionado anteriormente, para así poder mostrar un balance de uso medio de las plazas de aparcamiento. A continuación se analizan los diferentes espacios recogidos en la Tabla 1-1.

1.1.2.1 Explanada

Las plazas de aparcamiento de la explanada de la ENM se encuentran repartidas en los alrededores del edificio “Príncipe de Asturias” o Jefatura de Instrucción (1 en Imagen 1-3, en frente de las aulas hasta el “túnel del viento” (2 en Imagen 1-3) y a la salida del edificio de intendencia y de la puerta del Centro Universitario de la Defensa (CUD) (3 en Imagen 1-3). Además de las 59 plazas establecidas, durante el horario laboral de mañana se permite aparcar en segunda fila en frente del edificio de las aulas. El principal problema de esta distribución es que entorpece las actividades que tienen lugar en la explanada, es frecuente ver en la orden diaria de actividades de la ENM que se obliga a retirar los vehículos aparcados en esta zona. Por otro lado cuando hay un acto y hay desfile del batallón de alumnos se prohíbe aparcar en toda la explanada suponiendo una incomodidad y problema para las personas que normalmente necesitan de esos aparcamientos. Por lo tanto no solo no se respeta el

cumplimiento de la norma en relación al número de plazas permitidas como vemos en la Tabla 1-2, sino que esta zona no está habilitada para su uso siempre que se necesita.

Nº Plazas LORI	Nº Plazas usadas	Nº Plazas libres	Nº Vehículos segunda fila	Nº Vehículos mal aparcados	TOTAL vehículos
59	59	0	28	28	115

Tabla 1-2 Balance del uso medio de aparcamientos: explanada (Elaboración propia)



Imagen 1-3 Balance del uso medio de aparcamiento: explanada (GoogleEarth-elaboración propia)

1.1.2.2 Ayudantía Mayor

Las plazas de aparcamiento de Ayudantía Mayor se sitúan a poniente del edificio de PRL y Ayudantía Mayor (1 en Imagen 1-4). El problema es que durante el horario de mañana es muy común ver vehículos aparcados obstruyendo el paso en la zona previa a la peluquería de la ENM. También son muy usadas por vehículos sin autorización porque se han quedado sin plazas en otras zonas. Se muestra el balance del uso de las plazas en la Tabla 1-3.

Nº Plazas LORI	Nº Plazas usadas	Nº Plazas libres	Nº Vehículos mal aparcados	TOTAL vehículos
7	7	0	2	9

Tabla 1-3 Balance del uso medio de aparcamiento: Ayudantía Mayor (Elaboración propia)

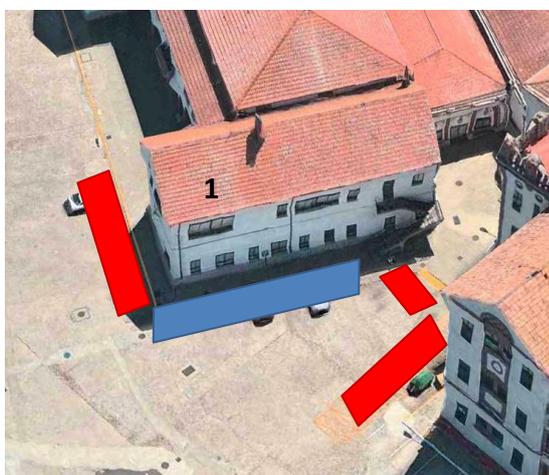


Imagen 1-4 Balance del uso medio de aparcamiento: Ayudantía Mayor (GoogleEarth-elaboración propia)

1.1.2.3 Cuartel Marqués de la Victoria

Las plazas correspondientes a este cuartel (1 en Imagen 1-5) se encuentran alrededor del mismo, permitiéndose aparcar en doble fila durante el horario laborable de mañana. El principal problema que se ha visto es que faltan plazas para todos los alumnos, que principalmente quieren aparcar su vehículo cerca del cuartel. Es una de las zonas de la ENM donde se ponen más avisos por mal aparcamiento. El problema que se observa en estas plazas es que los vehículos terminan las semanas muy sucios debido a lo comentado al principio de este apartado. Se muestra el balance del uso de las plazas en la Tabla 1-4.

Nº Plazas LORI	Nº Plazas usadas	Nº Plazas libres	Nº Vehículos segunda fila	Nº Vehículos mal aparcados	TOTAL vehículos
29	29	0	26	3	58

Tabla 1-4 Balance del uso medio de aparcamiento: cuartel Marqués de la Victoria (Elaboración propia)



Imagen 1-5 Balance del uso medio de aparcamiento: cuartel Marqués de la Victoria (GoogleEarth-elaboración propia)

1.1.2.4 Isaac Peral

Los aparcamientos en esta zona se encuentran a levante y poniente del edificio Isaac Peral (1 en Imagen 1-6) y los nuevos edificios de investigación del CUD (2 en Imagen 1-6). Lo que se observa es que los vehículos buscan zonas cercanas a los accesos a los edificios, y que a veces prefieren aparcar mal antes de dejar el vehículo lejos, por eso hay muchas plazas que no se usan, como se observa en la Tabla 1-5

Nº Plazas LORI	Nº Plazas usadas	Nº Plazas libres	Nº Vehículos mal aparcados	TOTAL vehículos
81	57	24	3	60

Tabla 1-5 Balance del uso medio de aparcamiento: Isaac Peral (Elaboración propia)

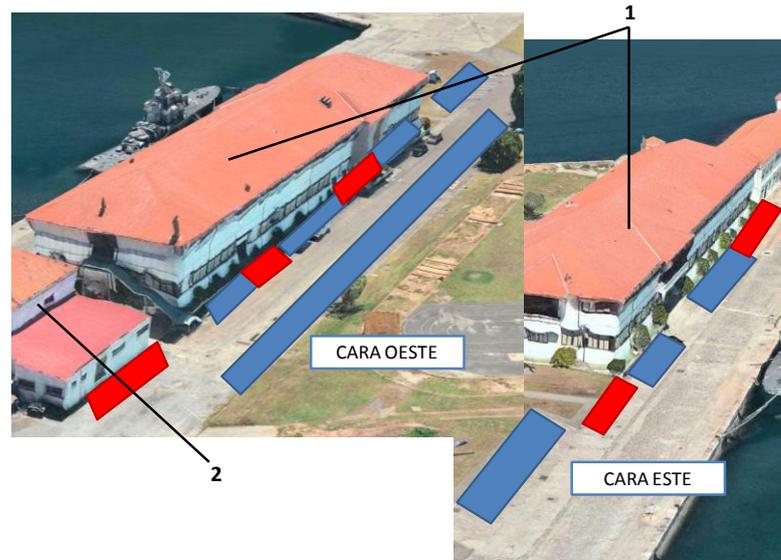


Imagen 1-6 Balance del uso medio de aparcamiento: Isaac Peral (GoogleEarth-elaboración propia)

1.1.2.5 Muelle Almirante Vierna

Los aparcamientos se encuentran en frente del edificio de investigación del CUD (1 en Imagen 1-7), el pañol de maniobra (2 en Imagen 1-7) y del pañol histórico (3 en Imagen 1-7). El principal problema de esta zona de aparcamiento es que los vehículos aparcen donde mejor les viene por comodidad sin respetar en muchos casos los espacios destinados para ello y además la gran mayoría de plazas que hay en esta parte de la ENM no se usan. Se muestra el balance del uso de las plazas en la Tabla 1-6.

Nº Plazas LORI	Nº Plazas usadas	Nº Plazas libres	Nº Vehículos mal aparcados	TOTAL vehículos
24	22	2	11	33

Tabla 1-6 Balance del uso medio de aparcamiento: muelle Almirante Vierna (Elaboración propia)

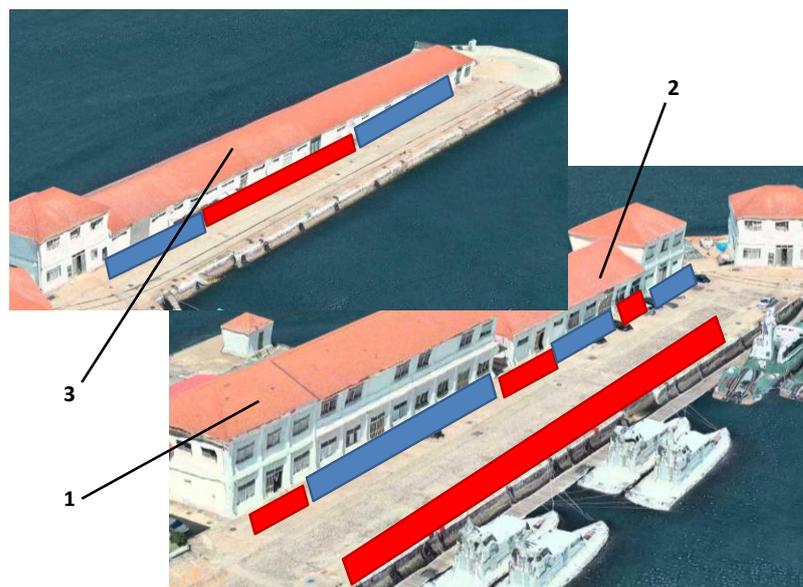


Imagen 1-7 Balance del uso medio de aparcamiento: muelle Almirante Vierna (GoogleEarth-elaboración propia)

1.1.2.6 Cuartel Almirante Francisco Moreno

Las plazas que recoge la instrucción se encuentran alrededor del cuartel “Almirante Francisco Moreno” (1 en Tabla 1-8) y en frente del CASI (2 en Imagen 1-8). Es frecuente encontrar vehículos en zonas pintadas de amarillo. Cuando hay un acto los vehículos aparcados en la explanada tienen que aparcar en esta zona y no hay suficientes plazas para ello. La instrucción recoge que está permitido aparcar en las instalaciones del CASI pero comprobando el número de plazas disponibles para esta zona se entiende que en ningún caso deben ocupar espacios destinados para los ejercicios de Seguridad Interior o de Emergencia en puerto. Además cuando vienen helicópteros de la 6ª escuadrilla de aeronaves, se obliga a retirar parte de los vehículos aparcados en esta zona. Se vuelven a producir situaciones de conflicto en otros emplazamientos (coches en doble fila o coches aparcados en zonas pintadas de amarillo). Se muestra el balance del uso de las plazas en la Tabla 1-7.

Nº Plazas LORI	Nº Plazas usadas	Nº Plazas libres	Nº Vehículos mal aparcados	TOTAL vehículos
78	38	40	7	45

Tabla 1-7 Balance del uso medio de aparcamiento: cuartel Almirante Francisco Moreno (Elaboración propia)

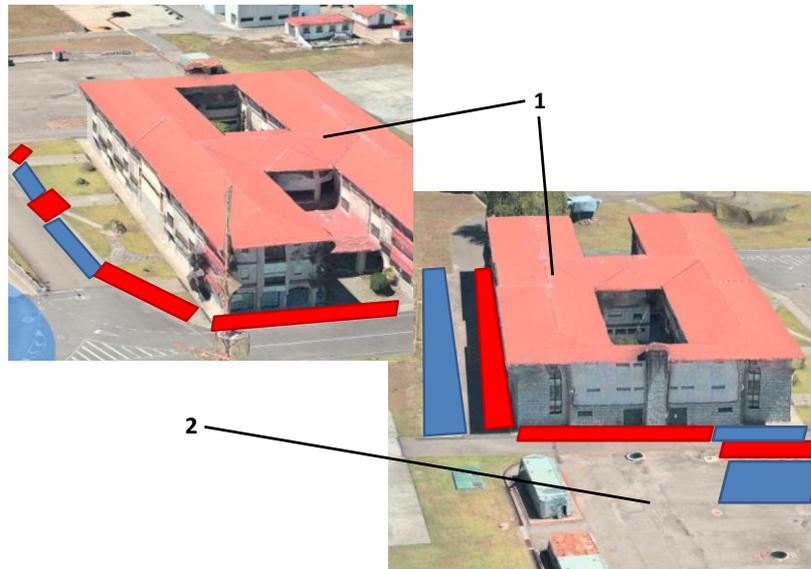


Imagen 1-8 Balance del uso medio de aparcamiento: cuartel Almirante Francisco Moreno (GoogleEarth-elaboración propia)

1.1.2.7 Factoría

Estos aparcamientos se encuentran en torno al edificio del CEMEDN (1 en Imagen 1-9) y la galería de tiro (2 en Imagen 1-9). Se ha comprobado que las plazas en esta zona suelen ser bastante justas, aunque es verdad que los coches suelen aparcar en zonas no destinadas para ello por comodidad. Hay espacio suficiente para implementar más plazas y evitar zonas de conflicto en otros emplazamientos. Se muestra el balance de uso de plazas en la Tabla 1-8.

Nº Plazas LORI	Nº Plazas usadas	Nº Plazas libres	Nº Vehículos mal aparcados	TOTAL vehículos
8	8	0	2	10

Tabla 1-8 Balance del uso medio de aparcamiento: factoría (Elaboración propia)



Imagen 1-9 Balance del uso medio de aparcamiento: factoría (GoogleEarth-elaboración propia)

1.1.2.8 Cuartel de marinería

Las plazas asociadas al cuartel de de marinería se encuentran alrededor de éste (1 en Imagen 1-10) y en frente del muro del edificio “Enfermería Virgen del Camino” (2 en Imagen 1-10). El principal problema que se observa es que a determinadas horas de la mañana la zona se colapsa de vehículos por personal que acude a la cantina, quedando muchos vehículos mal aparcados. Se muestra el balance de uso de plazas en la Tabla 1-9.

Nº Plazas LORI	Nº Plazas usadas	Nº Plazas libres	Nº Vehículos mal aparcados	TOTAL vehículos
50	50	0	9	59

Tabla 1-9 Balance del uso medio de aparcamiento: cuartel de marinería (Elaboración propia)

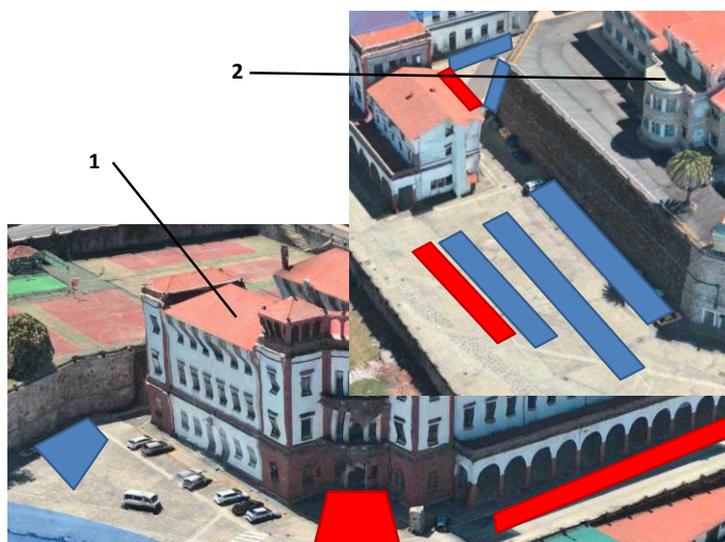


Imagen 1-10 Balance del uso medio de aparcamiento: cuartel de marinería (GoogleEarth-elaboración propia)

1.1.2.9 Barrio industrial

El barrio industrial es la zona de la ENM donde se encuentran los edificios de mantenimiento, talleres, imprenta, lavandería, parque de automóviles, gasolinera y pañol de infantería de marina. Los aparcamientos aquí se encuentran a ambos lados de la gasolinera (1 en Imagen 1-11). Es frecuente encontrar vehículos estacionados en zonas prohibidas por comodidad. Con el cambio de sitio del pañol de infantería de marina respecto su antiguo emplazamiento en el muelle Almirante Vierna se ha visto

en aumento el tránsito de vehículos por el barrio industrial y ahora hay menos plazas libres que antes. Se muestra el balance de uso de plazas en la Tabla 1-10.

Nº Plazas LORI	Nº Plazas usadas	Nº Plazas libres	Nº Vehículos mal aparcados	TOTAL vehículos
28	27	1	1	28

Tabla 1-10 Balance del uso medio de aparcamiento: barrio industrial (Elaboración propia)



Imagen 1-11 Balance del uso medio de aparcamiento: barrio industrial (GoogleEarth-elaboración propia)

1.1.2.10 Dirección

Los aparcamientos de la zona de dirección se encuentran alrededor del edificio de dirección (1 en Imagen 1-12) y en el muro pegado al edificio del CECOM (2 en Imagen 1-12). No hay problema de espacio pero si nos podemos encontrar vehículos aparcados en sitios distintos a los establecidos para este uso. Se muestra el balance de uso de plazas en la Tabla 1-11.

Nº Plazas LORI	Nº Plazas usadas	Nº Plazas libres	Nº Vehículos mal aparcados	TOTAL vehículos
9	7	2	0	7

Tabla 1-11 Balance aparcamiento dirección (Elaboración propia)



Imagen 1-12 Balance aparcamiento dirección (GoogleEarth-elaboración propia)

1.1.2.11 Residencia

Los espacios para aparcar en la residencia edificio “Virgen del Camino” (1 en Imagen 1-13) se encuentran a lo largo de todo su recinto. No se observa problemas de espacio pero se entiende que cuando la residencia está muy demandada puede no haber espacio para todos los coches de los residentes y además éstos no tienen acceso directo con el vehículo al resto de la ENM. Se muestra el balance de uso de plazas en la Tabla 1-12.

Nº Plazas LORI	Nº Plazas usadas	Nº Plazas libres	Nº Vehículos mal aparcados	TOTAL vehículos
41	12	29	0	12

Tabla 1-12 Balance del uso medio de aparcamiento: residencia (Elaboración propia)

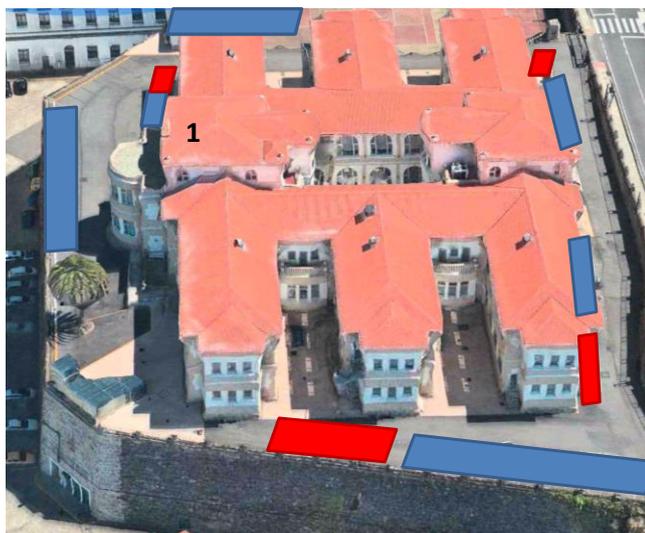


Imagen 1-13 Balance del uso medio de aparcamiento: residencia (GoogleEarth-elaboración propia)

1.1.3 Valoración del análisis realizado

Observando el total de plazas de aparcamiento permitidos que recoge la instrucción [2], 410 plazas, vemos que este número es menor al total de vehículos aparcados en la ENM en los diferentes emplazamientos del recinto durante la semana que se ha escogido como muestra. Son 436 vehículos aparcados en la ENM de los cuales 54 están aparcados en segunda fila y hasta un total de 60 vehículos de media mal aparcados. Podemos afirmar que en la ENM aparcan más vehículos de los permitidos por plaza de aparcamiento. Además, teniendo en cuenta que en la Escuela Naval Militar hay aproximadamente 900 personas trabajando y estudiando diariamente entre alumnos, oficiales, suboficiales, cabos 1º, cabos, marinería y tropa, personal civil, profesores y personal del CUD, miembros de la Guardia Civil, dotación del patrullero Tabarca P-28 y más personas que acuden a la ENM por otros motivos, se puede valorar la insuficiente o poco eficiente organización del estado de los emplazamientos para aparcar en la ENM.

También hemos observado que solo hay dos plazas para personas minusválidas en todo el recinto, encontrándose éstas en la zona de la residencia. Según el L.O.R.I. [2], para espacios y edificios específicos para el uso de aparcamiento de vehículos es necesario un mínimo de plazas para personas con capacidad de movilidad reducida. Tampoco hay un espacio específico para aparcamiento de motos de tal forma que se puedan quedar a resguardo de las condiciones meteorológicas.

Como se dijo anteriormente, los vehículos aparcados en la residencia no pueden acceder directamente a la ENM y viceversa. En el edificio de la residencia también se encuentra la enfermería

y sería útil poder acceder a la misma lo más rápidamente posible en caso de alguna lesión de algún alumno por ejemplo.

Otro problema que se ha observado es que en la mayoría de los emplazamientos los vehículos no están resguardados y se acelera su deterioro por suciedad o causas meteorológicas, resaltando el efecto de la corrosión por influencia del ambiente marino en los vehículos que durante varios años aparcen a la intemperie en la ENM.

Aunque sea en ocasiones puntuales, hay días que a la ENM acuden más de 1000 personas además de las mencionadas antes, la ENM no puede autorizar el aparcamiento de todos sus vehículos y tienen lugar problemas de circulación en las inmediaciones de la ENM por las calles de Marín debido al escaso espacio para aparcar.

Por último, es evidente que hay un problema en la gestión de espacios para aparcar, zonas sin espacios o zonas con plazas libres e incumplimiento frecuente de las normas de régimen interior en este aspecto.

1.2 Motivación del proyecto y objetivos

La problemática descrita en el apartado anterior es el principal motivo de la propuesta de este trabajo. A raíz de este problema se plantea el estudio de los requerimientos necesarios para realizar un diseño preliminar de aparcamiento, que de forma general solucione los problemas que el usuario de vehículos en la ENM se encuentra diariamente. Problemas de espacio, suciedad en los vehículos, mejorar las condiciones de los mismos respetando la normativa vigente, aumentar el número de plazas y habilitar aparcamientos para minusválidos y motos son algunos de los aspectos que motivan la realización de este proyecto. Por consiguiente, se marcan los objetivos del presente trabajo de fin de grado:

- Realizar un análisis de la disposición y uso de las plazas de aparcamiento en la Escuela Naval Militar.
- Conocer la opinión de los usuarios de vehículos en la Escuela Naval Militar mediante una encuesta que sirva como factor para el diseño del aparcamiento que se propone.
- Estudiar los requerimientos necesarios para el diseño preliminar de un edificio de aparcamientos en la Escuela Naval Militar.
- Realizar un diseño preliminar de un aparcamiento en altura en la Escuela Naval Militar que incluya la distribución detallada de las plazas de aparcamiento en planta, distribución de accesos, selección preliminar de elementos estructurales, un presupuesto aproximado para dar conocimiento del orden de magnitud del coste total y realización de planos 2D incluyendo vista general en 3D.
- Generar un documento base para que la ENM tome conciencia de la situación actual del uso de los aparcamientos y que sirva de referencia para estudios y proyectos futuros.

1.3 Metodología y recursos empleados

1.3.1 Metodología

El trabajo se divide en seis capítulos donde cada uno es generador del siguiente, se pretende que el lector del trabajo realice un seguimiento del caso propuesto desde su introducción y análisis del problema hasta las conclusiones finales tras la realización del diseño preliminar. A lo largo del trabajo se procura aplicar los conocimientos adquiridos durante las asignaturas del Grado en Ingeniería Mecánica, cobrando mayor importancia la asignatura de Teoría de Estructuras y Construcciones Industriales, Oficina Técnica y Expresión Gráfica.

En primer lugar se ha realizado una introducción al marco donde se va a situar el proyecto, las normas de régimen interior de la Escuela Naval Militar en aspectos de aparcamientos y la problemática

que existe actualmente relacionada con los mismos. Se ha realizado un análisis del uso de los espacios de aparcamiento en la ENM valorando los resultados obtenidos. Se explican las diferentes razones por las que se propone el trabajo y los objetivos que se pretenden cumplir con la elaboración de éste.

En el segundo capítulo hacemos un análisis del estado del arte actual en la edificación de aparcamientos. La base de este punto es la normativa vigente para la edificación en España. Además se analizan tres proyectos de características similares al trabajo en cuestión que relacionan el estado del arte con los conceptos de las asignaturas del Grado en Ingeniería Mecánica y que además son de aplicación directa para el diseño que se pretende realizar.

A continuación nos centramos en nuestro propio trabajo analizando los diferentes factores que influyen en el diseño de un aparcamiento en altura, desde la opinión del personal de la ENM mediante la realización de una encuesta a seleccionando diferentes muestras de los grupos de personas en la ENM, hasta los requerimientos legales relacionados con la edificación de aparcamientos en altura atendiendo a las características de nuestro caso.

Después de haber analizado estos factores, se realiza una valoración de alternativas y se procede a la elección de la óptima, según las necesidades que se pretenden cubrir. En este capítulo también se realiza el diseño preliminar de la solución adoptada con sus características técnicas pertinentes, además de los planos 2D y vistas 3D que se incluyen en los anexos.

En el Capítulo cinco se proporciona un presupuesto detallado aproximado del coste total de la construcción de un edificio de estas características, teniendo en cuenta las soluciones adoptadas. Se trata de un presupuesto orientativo para tener una idea del orden de magnitud de coste puesto que el trabajo no tiene en cuenta los cálculos estructurales ni de las instalaciones.

Por último se analizan las conclusiones y el cumplimiento de los objetivos planteados. Se complementa con un apartado de líneas futuras donde se proponen mejoras para continuar con el desarrollo del diseño propuesto y otros aspectos de interés.

1.3.2 Recursos empleados

Además de la documentación y búsqueda de información para poner por escrito las ideas desarrolladas a lo largo del trabajo, se han utilizado recursos a mayores para completar con los diferentes objetivos del trabajo. Estos recursos son:

1.3.2.1 AutoCAD

AutoCAD es un software de diseño asistido por ordenador de la casa *AutoDesk* [3]. Dentro del proceso de ingeniería moderna CAD-CAE-CAM, el CAD se focaliza en el diseño en 2D y 3D (Computer Assisted Design) de planos de edificios y de elementos industriales. Es el software de ingeniería CAD más usado en todo el mundo y desde su creación en 1982 ha ido evolucionando con las herramientas que proporciona a la hora de diseñar. Con este software somos capaces mediante el uso de comandos y bases de datos, plasmar en una pantalla gráfica entidades geométricas básicas, procesar imágenes tipo vectorial o de mapa de bits o realizar gestión de proyectos con el acceso a información a datos de manera inmediata y sencilla.

En este trabajo de fin de grado hemos utilizado este software para elaborar los planos del diseño preliminar de un aparcamiento en altura en la Escuela Naval Militar (Imagen 1-14).

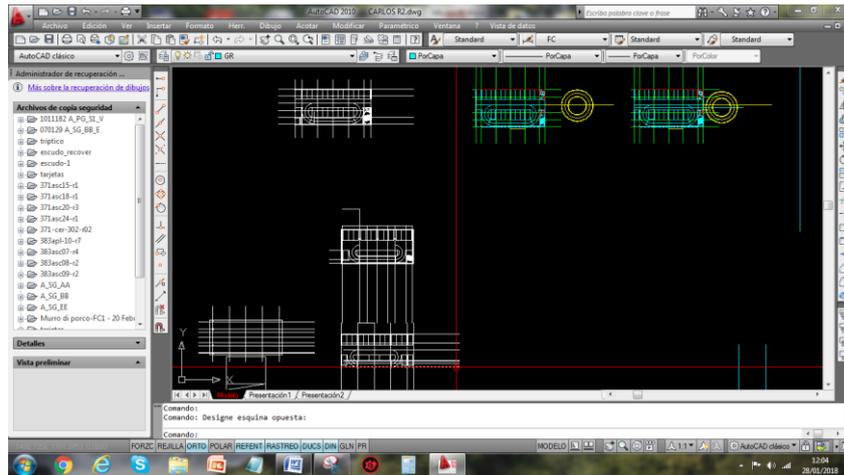


Imagen 1-14 Captura de pantalla durante el uso de *AutoCAD* (Fuente: [3], elaboración propia)

1.3.2.2 SketchUp

Sketchup es un software de diseño y modelado 3D adquirida por Google en 2006 y que actualmente es gestionada por la empresa *Trimble* [4]. Se caracteriza por su sencillez de uso y la gran cantidad de opciones que ofrece para el modelado de edificios u objetos, tiene una gran librería a la que se puede acceder y descargar archivos modelados por otros usuarios y así completar el diseño más rápidamente. Está disponible para varios sistemas operativos y además las últimas versiones permiten realizar escenas y animaciones muy utilizadas para presentaciones de proyectos o visualización gráfica de los resultados. Está disponible tanto en versión gratuita como en versión de pago la cual ofrece más herramientas y permite hacer diseños más completos.

Para este proyecto hemos utilizado la versión de prueba de la versión de pago, que permite el uso libre del programa durante un mes. *SketchUp-Pro* nos ha servido para modelar el emplazamiento y diseñar el aparcamiento de forma que se pueda ver de manera más atractiva de cara al entendimiento del proyecto por parte del lector. Para un mayor realismo se han incorporado extensiones del programa como *Indigo Renderer* y *V-Ray* que permiten mostrar una imagen más realista jugando con las texturas y luces del diseño. Además se han seguido varios tutoriales por internet para aprender el manejo de las diferentes funciones que ofrece el programa (Imagen 1-15).

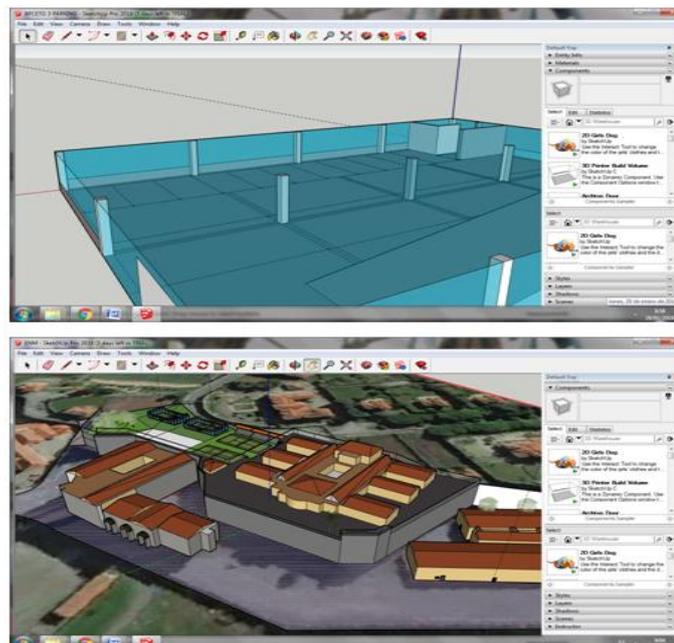


Imagen 1-15 Captura de pantalla durante el uso de *SketchUp-Pro* (Fuente: [4], elaboración propia)

1.3.2.3 Microsoft Excel

Microsoft Excel es una herramienta de cálculo desarrollada por *Microsoft* en 1985, permite combinar celdas y aplicar fórmulas matemáticas para la obtención de resultados numéricos y gráficos rápidamente [5]. Con esta herramienta podemos gestionar una serie de datos para la valoración de resultados, mostrando gráficas al mismo tiempo que se pueden modificar variables de tal forma que los datos y cálculos se relacionan y no es necesario un nuevo balance de los mismos para cada modificación. Su uso proporciona grandes ventajas para diferentes campos tanto de ciencias sociales y economía como en el campo de la matemática, estadística o de aplicación de cualquier aspecto técnico y de ingeniería.

En el proyecto se ha usado *Microsoft Excel* para la estimación de las medidas medias de los emplazamientos, para la realización de las encuestas de opinión y la representación de sus resultados y para facilitar el cálculo de las mediciones utilizadas para elaborar el presupuesto. (Imagen 1-16).

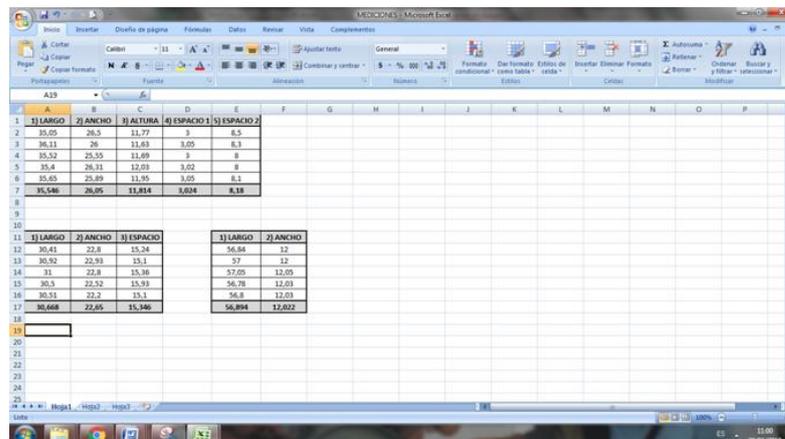


Imagen 1-16 Utilización de *Microsoft Excel* durante el trabajo (Fuente: [5], elaboración propia)

1.3.2.4 Aparatos de medida: odómetro y telémetro

Para tomar las medidas de los posibles emplazamientos del aparcamiento en altura lo más exactas posibles, hemos recurrido al uso de un odómetro y un telémetro (Imagen 1-17). El odómetro es un aparato de medida de distancias en superficie que funciona transformando la distancia recorrida por una rueda a una distancia lineal. Podemos obtener las medidas tanto en metros como en pies. El telémetro nos ha servido para calcular la altura del muro que separa la residencia-enfermería “Virgen del Camino” del aparcamiento a poniente del cuartel de marinería. Esta altura nos es fundamental para saber cuántos pisos puede tener la propuesta de aparcamiento.

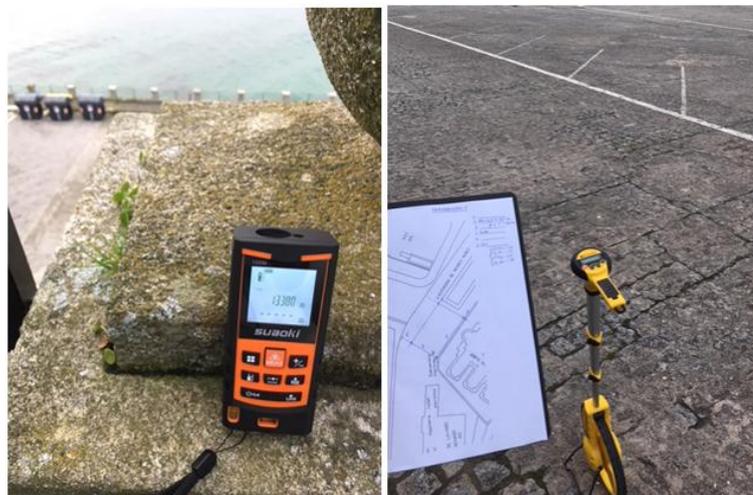


Imagen 1-17 Telémetro y odómetro utilizados en las mediciones (Fotografías propias)

2 ESTADO DEL ARTE EN LA EDIFICACIÓN DE APARCAMIENTOS

2.1 Generalidades sobre la legislación en la edificación de aparcamientos

Desde mediados del siglo pasado se han venido desarrollando en España unos procesos urbanísticos y de edificación con tendencia exponencial que no solo tienden a satisfacer las necesidades básicas de la población, sino que también demandan unos parámetros de calidad exigentes. Se han desarrollado nuevos espacios para diferentes actividades que antes no se contemplaban que derivan del crecimiento de la población y de los recursos del país. La sociedad demanda, debido a estos cambios, más calidad en los edificios tanto en los ya construidos, con reformas y rehabilitaciones, como en nuevas construcciones, así como más organización y calidad en los espacios urbanos o destinados al uso común. Todo ello converge en una necesidad de sostenibilidad en todos los aspectos, económicos, sociales y ambientales de tal forma que las nuevas edificaciones y organizaciones urbanísticas puedan llegar a un compromiso de funcionalidad, económico, armónico, y por supuesto de equilibrio medioambiental manteniendo el cumplimiento de las políticas gubernamentales.

La edificación de espacios destinados exclusivamente para el aparcamiento de vehículos no se libra de todos estos cambios sino que además presentan cierto protagonismo en el ámbito estructural y de edificación puesto que a día de hoy es fundamental controlar y gestionar el aparcamiento de vehículos tanto en emplazamientos públicos como privados, porque la tendencia es a que cada vez existan más vehículos por grupo de habitantes y en cierto modo es un problema que necesita de una solución. Según fuentes periodísticas nacionales, el pasado año existían en España unos 5 automóviles por cada 10 habitantes y esta cifra tiende a aumentar [6]. En España existen actualmente más de veintisiete millones de vehículos como se muestra en la gráfica de la Imagen 2-1, estando esta cifra directamente relacionada con el poder adquisitivo de la población y el ciclo económico en el que se encuentra el país.



Imagen 2-1 Evolución uso de vehículos en España. (Fuente: [6])

2.1.1 El Código Técnico de la Edificación

Por este gran aumento de modificaciones en el sector de la construcción y debido a los cambios socioeconómicos que lo relacionan directamente, el Gobierno de la nación aprueba el 16 de marzo de 2006 el Código Técnico de la Edificación (CTE), propuesto por la Ministra de Vivienda de acuerdo al Consejo de Estado con previa deliberación del Consejo de Ministros [7].

El objetivo del CTE es servir como herramienta y normativa que recoja los requerimientos esenciales referentes a la calidad de los edificios y sus instalaciones. Además implementa requisitos de calidad y bienestar en todos los aspectos para proyectos relacionados con la edificación y para ello recoge todos los documentos necesarios para proporcionar aclaraciones sobre la seguridad estructural que deben tener los edificios, la seguridad que deben ofrecer ante incendios, la protección frente al ruido, documentación referente al ahorro energético, salubridad, uso y accesibilidad atendiendo a las necesidades de las personas con movilidad reducida o con otro tipo de minusvalía. No obstante no es su único propósito ya que el CTE también ayuda a cumplimentar otra serie de documentos como el Plan de Acción de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética y añade mejoras para cumplir con tratados y convenios de carácter internacional como el Protocolo de Kyoto en materia medioambiental, o de la Unión Europea, tratando de dar un nuevo enfoque en materia de reglamentación técnica, manteniendo el objetivo primordial establecido por el Consejo Internacional de la Edificación. El CTE entiende el proceso tecnológico en el que la sociedad está inmerso por lo que aparte de reflejar los requerimientos básicos, deja opción a la innovación y a la investigación, posibilita nuevas alternativas y soluciones debidamente justificadas, nuevos procedimientos y aspectos técnicos para los cuales ofrece ejemplos y reglas técnicas que garantizan que nuevos modelos se rijan bajo el cumplimiento de las reglas básicas.

Por lo tanto el nuevo marco normativo de la edificación en España debido a la superación y modernización de ésta se recoge en el CTE que define los siguientes documentos legislativos certificados: Real Decreto 314/2006 del 17 de Marzo [7] y en consecuencia la Parte I del CTE [8].

El Real Decreto es el documento por el cual queda establecido el CTE y adquiere el título competencial en materia de edificación, modificación y cambio de uso de edificios ya existentes de acuerdo a la Constitución Española [9]. También regula aspectos relacionados con el cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales así como otras regulaciones de carácter obligatorio.

En la Parte I del CTE se recogen todas las disposiciones referentes a lo comentado anteriormente sobre el Real Decreto, declara el objeto del CTE y su ámbito de aplicación. También presenta los documentos esenciales para la edificación que son requisitos legales fundamentales para cualquier obra ubicada dentro del marco de aplicación. Por otro lado sirve como guía de cualquier proyecto tanto en materia administrativa como técnica de tal forma que las partes involucradas en un proyecto puedan tomar como referencia los ejemplos, técnicas, características de equipamientos y materiales para ser empleados en cada caso de manera individual e independiente. Esta guía se extiende hasta la propia ejecución de la obra y al futuro mantenimiento y conservación de las edificaciones una vez terminadas. Para el mantenimiento y conservación de los edificios refleja también ciertas recomendaciones de uso,

la utilización de las diferentes instalaciones, aspectos de salubridad, ahorro energético, evacuación en caso de incendios, evacuación de aguas, retirada de residuos y protección frente al ruido entre los aspectos más destacados.

Objeto: como se ha indicado con anterioridad dicho documento recoge las exigencias básicas de calidad, seguridad y habitabilidad de edificios e instalaciones construidos, modificados o rehabilitados que quieran asegurar una acreditación con garantías y además su aplicación asegura el cumplimiento de las regulaciones básicas obligatorias.

Aplicación: según la Ley de la Ordenación de la Edificación en España (LOE), la aplicación del CTE debe ser para todos los edificios públicos o privados cuyos proyectos requieran una licencia o autorización legalmente exigible [10]. Cuando se trate de edificios de nueva construcción será de obligado cumplimiento excepto para aquellos proyectos especialmente sencillos o poco constructivos. Si deberá aplicarse aunque siendo especialmente sencillos o poco constructivos, tengan carácter público o residencial, que tenga más de una planta y que su uso implique la seguridad de las personas independientemente de que la edificación en cuestión sea temporal o permanente. Esta es la razón por la que es necesario el empleo y estudio del CTE para el diseño propuesto en este trabajo, un edificio de aparcamientos en altura en la Escuela Naval Militar (Marín). El artículo 2 de la LOE define una clasificación de edificios por tipología, zona y uso en la cual el CTE se apoya para proporcionar aclaraciones. Dentro de la clasificación de la LOE encontramos las edificaciones de tipo A (uso administrativo, sanitario, religioso, residenciales, culturales o docentes, que exclusivamente se pueden proyectar por un arquitecto), edificaciones de tipo B (uso aeronáutico, agropecuario, de energía, mineros, de telecomunicaciones, para transportes terrestres, aéreos, marinos o fluviales, forestales, industriales y por lo general obras de ingeniería y sus explotaciones, pudiendo ser estos edificios proyectados tanto por arquitectos como por ingenieros con las debidas certificaciones, acreditaciones y títulos, como por ejemplo Ingeniero Mecánico). Atendiendo al proyecto de objeto del presente trabajo “aparcamiento en alturas para vehículos en la Escuela Naval Militar” definimos el uso de dicha edificación como tipo B. Por último la LOE considera los edificios de uso tipo C, que son aquellos que no vienen incluidos ni en el tipo A ni en el tipo B (su proyección se debe asignar para cada caso específico según el tipo de obra que se trate).

Contenido del CTE: el CTE se divide en dos partes, la primera recoge todas las disposiciones legislativas generales y exigencias básicas a las que nos hemos referido con anterioridad y la segunda parte recoge todos los Documentos Básicos (DB) específicos de cada requerimiento y que se muestran con detalle en el capítulo de Exigencias Básicas del CTE. Estos DB son los que vamos a utilizar en el presente trabajo para analizar el estudio de requerimientos para el diseño del aparcamiento en altura propuesto. Los DB son: Exigencias Básicas en Seguridad Estructural (SE) [11], Exigencias Básicas de Seguridad en Caso de Incendios (SI) [12], Exigencias Básicas de Utilización (SU) [13], Exigencias Básicas de Salubridad (HS) [14] que contempla aspectos de higiene, salud y protección del medio ambiente, Exigencias Básicas de Protección Frente al Ruido (HR) [15] y Exigencias Básicas de ahorro de energía (HE) [16].

Condiciones técnicas y administrativas del cumplimiento del CTE: según lo dictado por el Capítulo III de la LOE, son responsables de cumplir y hacer cumplir con los requerimientos del CTE los agentes partícipes en el proceso de la edificación. En el caso de un aparcamiento en altura para vehículos (Tipo B) estos agentes son: Arquitecto, Ingeniero o Ingeniero Técnico (este trabajo tiene como finalidad obtener el título de Graduado en Ingeniería Mecánica), Director de Obra (DO) y Director de Ejecución de la obra (DEO), como partes responsables pertenecientes a la Dirección Facultativa del proyecto en cuestión. Estos agentes deben cumplir con las soluciones y procedimientos que se reflejan en los DB, si por consiguiente quisieran plantear alternativas de cálculo, procedimientos o técnicas, se aplicarán bajo la responsabilidad del DO o proyectista previo conocimiento y aprobación del promotor. Podrán tomar dichas alternativas siempre y cuando las justifiquen con el CTE. Para comprobar que se cumple debidamente con el CTE, estos métodos

pueden ser sometidos a procesos de evaluación, ensayos o pruebas de carácter imparcial, objetivo y transparente realizados por personal técnico competente.

Condiciones del proyecto: la condición primordial del proyecto independientemente de sus dimensiones y alcance es que se pueda interpretar inequívocamente. El proyecto se podrá dividir en descripción y en ejecución, y se deberán justificar las especificaciones técnicas con soluciones que cumplan el CTE. Además el proyecto deberá abarcar aspectos de uso y mantenimiento una vez finalizadas las obras. La ejecución de las obras debe ser de acuerdo a lo ordenado por el DO con previo conocimiento y autorización del promotor y de acuerdo a la legislación vigente y a todo lo relacionado con los DB del CTE citados anteriormente.

Control de la ejecución: todo proyecto debe mantener actualizada la documentación reglamentaria exigible y aquello que corresponda para el control de calidad de las Administraciones Públicas competentes. El control de calidad de un proyecto se extiende por varios campos pertenecientes a la obra. Algunos de estos son: control de productos y suministros, control de características técnicas mediante ensayos o comprobación de documentación, calidad de los materiales, de la propia ejecución y disposición de los elementos de obra y una vez terminada la obra se pueden realizar comprobaciones y pruebas de servicio. Una vez finalizada la ejecución y se de la condición de obra terminada se presentará el Libro del Edificio con el contenido regulado por la LOE y Administraciones Públicas competentes así como las instrucciones de uso y mantenimiento del mismo incluyendo un Plan de Mantenimiento que se deberá cumplir realizándose por personal técnico competente e incluyendo también todas las modificaciones realizadas en el edificio que varían del proyecto original y las modificaciones futuras durante la vida útil del mismo debidamente actualizadas.

Contenido del proyecto: el contenido de los proyectos tienen cierta flexibilidad aunque por lo general deben detallar la descripción y ejecución del mismo en los apartados que se detallan a continuación [17]:

-Memoria: tanto descriptiva como constructiva, debe recoger la información necesaria sobre la que se basa el proyecto, analiza los antecedentes al proyecto, la solución que plantea ante determinadas necesidades que se demandan, también define las diferentes partes que actúan en el proceso como el promotor, proyectista y otros técnicos relativos al proyecto. Analiza la geometría y emplazamiento del proyecto de acuerdo a la normativa legislativa y el CTE y los DB mencionados en el presente punto. Justifica las soluciones estructurales y materiales propuestas desde los datos e hipótesis de partida hasta los aspectos más específicos de compartimentación, acabados, acondicionamientos, instalaciones y equipamiento. La memoria se puede completar con los anejos necesarios y documentos de apoyo y de aclaración como información geotécnica, el propio cálculo estructural, el Estudio de Impacto Ambiental, planes de control de calidad, o Estudio de Seguridad y Salud.

-Planos: son documentos de detalle de las obras, de carácter gráfico y dimensional del sistema estructural y emplazamiento del proyecto. Deben presentarse planos de planta y alzado y de vistas necesarias para la interpretación inequívoca del proyecto. Los planos deben presentarse a una escala legible, deben seguir la normativa vigente (UNE-EN ISO 5455:1996 [18]) y seguir las normas de acotación (UNE-EN ISO 1660:1996 [19]) manteniendo los formatos establecidos por la normativa (UNE 1026-2:1983 ISO 5457 [20]) y deben tener el cajetín con los datos obligatorios y no obligatorios que se quieran proporcionar según la normativa (UNE 1026-2:1983 ISO 5457 [20]).

-Pliego de condiciones: es el documento donde se plasman los puntos del contrato y acuerdo entre las partes del proyecto, abarca una serie de puntos que se dividen en Pliego de Cláusulas Administrativas, Disposiciones Generales, Disposiciones Facultativas, Disposiciones Económicas, Pliego de Condiciones Técnicas y Prescripciones sobre los Materiales. Como se ha dicho con anterioridad el detalle y presentación de estos documentos tienen cierto grado de flexibilidad.

-Mediciones: las mediciones pueden ir incluidas en la memoria o en un anejo de ésta, pero también es frecuente encontrar proyectos con un apartado individual para éstas, sobre todo si el

proyecto es de grandes dimensiones o simplemente requiere un mayor grado de atención y protagonismo de las medidas por su importancia en el proyecto.

-Presupuesto: se realizan cuadros precisos detallados agrupados por apartados o por partes del propio proyecto, debe ser lo más aproximado posible y debe mostrar en cifra numérica y por escrito el valor final de ejecución y contrata. Por lo tanto, el presupuesto por lo general se divide en: Presupuesto de Ejecución Material (PEM) que es la suma de todos los presupuestos parciales que derivan del cálculo del presupuesto de las unidades de obra principalmente, el Presupuesto de Licitación (PL) que es la suma del PEM más los Gastos Generales (13%) y el Beneficio Industrial (6%) y el Presupuesto Total de Obras que es la suma del PL más el IVA (21%).

Este trabajo se trata de un diseño preliminar por lo que no tendremos en cuenta la estructura típica de un proyecto, aún así, se propondrán soluciones estructurales, se realizarán mediciones, se elaborarán planos y se aproximará un presupuesto para que pueda servir como un documento de Anteproyecto y de referencia.

Documentación del seguimiento del proyecto: el control de la evolución de la obra y las modificaciones realizadas en la edificación a lo largo de su vida útil exige documentación y registro de las mismas. Los documentos que por Ley se deben mantener actualizados y al alcance de las entidades administrativas competentes interesadas son: Libro de Órdenes y Asistencias de acuerdo con el Decreto 461/1971 del 11 de marzo, el Libro de Incidencias en Materia de Seguridad y Salud según el Real Decreto 1627/1997 del 24 de octubre, el propio proyecto con sus anejos y modificaciones si las hubiere debidamente actualizadas y autorizadas por el DO, las licencias de obra, apertura del edificio, autorizaciones administrativas y el Certificado Final de la Obra de acuerdo con el Decreto 462/1971 del 11 de marzo del Ministerio de la Vivienda.

2.1.2 Normativa complementaria al cálculo estructural

Aunque el cálculo estructural y la caracterización específica de cada material empleado en obra no sean objeto de este trabajo, es necesario relacionar el CTE con otros documentos específicos donde su aplicación esté directamente implicada en la construcción de edificios de hormigón y acero, del estilo al de la propuesta.

Instrucción de Hormigón Estructural (EHE): todos los edificios que se basan en una solución estructural de hormigón en cualquiera de sus formas deben cumplir los requerimientos que se reflejan en el documento de Instrucción de Hormigón Estructural [21].

Instrucción de Acero Estructural (EAE): todos los edificios que presentan soluciones estructurales con acero en cualquiera de sus formas deben cumplir los requerimientos que se reflejan en el documento de Instrucción de Acero Estructural [22]. Esta es una normativa complementaria al DB de Seguridad Estructural en el Acero DB SE-A [11].

Norma de Construcción Sismorresistente (NCSE): todos los edificios de nueva construcción deben consultar el documento de Norma de Construcción Sismorresistente, tanto su Parte General como la de Edificación y, si fuere necesario, aplicar los requerimientos necesarios [23].

2.2 Modelos de referencia para el diseño de aparcamientos en altura

Una vez analizado la normativa general que existen en nuestro país para la edificación y proyección de obras según su uso y características, es necesario tomar referencias de proyectos similares al presente trabajo. La documentación y búsqueda de información es una parte fundamental de todo proyecto que sirve principalmente para tomar las referencias necesarias antes de empezar a plantar las propias hipótesis y soluciones del proyecto que se desea definir. A continuación se han seleccionado tres modelos de proyecto representativos del estado del arte actual y en los cuales nos

basamos para encontrar las particularidades y características técnicas importantes de un edificio de nueva construcción destinado exclusivamente al aparcamiento de vehículos en altura. Con estos modelos pretendemos encontrar la solución óptima para el diseño estructural y la geometría de diseño, desde pilares y forjados, distribuciones en planta hasta materiales y especificaciones de compartimentación, acondicionamiento y estética del proyecto.

Al tratarse de un edificio de características particulares es importante seleccionar aquellas partes del diseño que tengan carácter obligatorio para el uso para el que ha sido diseñado y que además cumplan las particularidades de los DB del CTE y que nos sirvan como referencia para plantear las alternativas de emplazamiento y diseño de acuerdo a la normativa y a las necesidades que se desean solucionar con la propuesta de diseño de este trabajo.

2.2.1 Proyecto básico de aparcamientos en plaza Segunda Aguada (Cádiz)

En este punto se va a analizar el Proyecto básico de aparcamientos en plaza Segunda Aguada (Cádiz), elegido por su formato completo, la posibilidad de haberlo analizado in situ y por la relación directa con el tipo de proyecto que se pretende diseñar [24].

El proyecto se define como “*la construcción de un edificio de aparcamientos bajo rasante anexo al existente*”, 445’58 m² que añaden 20 plazas de aparcamiento en la Plaza Hospital Segunda Aguada en Cádiz (Imagen 2-2).

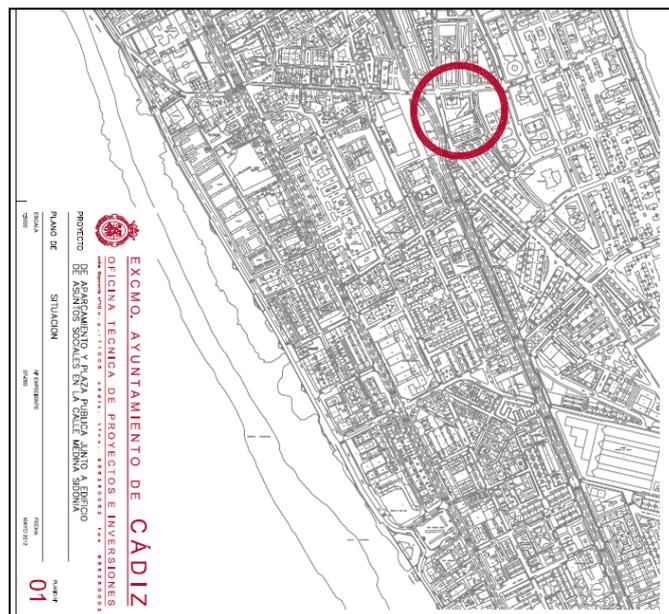


Imagen 2-2 Emplazamiento del proyecto objeto de análisis (Fuente: [24])

En primer lugar, hemos seleccionado este proyecto por la estructura que presenta de acuerdo a nuestras intenciones y a lo estudiado en el Grado de Ingeniería Mecánica [17]. La estructura es la siguiente:

- Memoria (Descriptiva y Constructiva).
- Cumplimiento del CTE.
- Otros documentos: Estudio de Impacto Ambiental, Plan de Control de Calidad (Marcado CE) y Estudio de Seguridad y Salud.
- Pliego de Condiciones.
- Presupuesto y mediciones.
- Planos.

2.2.1.1 Memoria descriptiva

Define el proyecto como tal. Su definición también concreta cuánto suelo se va a edificar y las características del mismo, es decir, su emplazamiento (Plaza Segunda Aguada), su uso (espacio libre público con aparcamiento subterráneo), superficie urbanizable (445,58 m²), periodo de servicio (50 años). Además especifica:

- Superficie para plaza de vehículo: entre 10,58 y 13,30 m².
- Superficie para plaza de moto: 4,09 m².
- Superficie para plaza de minusválidos: 21,1 m².

Hemos seleccionado también las mejoras que ofrecen las diferentes soluciones del proyecto en base a los datos de partida y a la propia finalidad de este proyecto modelo. También cabe destacar los servicios que ofrece, típicos de un edificio de aparcamientos. Por ejemplo, en materia de protección ante incendios se implementan elementos constructivos además de diferenciar sectores protegidos, en temas de acceso seguro al aparcamiento se plantea un equilibrio para mantener la seguridad en cuanto acceso de personal deseado y no deseado, también se habilitan los ascensores para que puedan ser usados por personas que necesiten silla de ruedas, abarca además materia de evacuación de residuos donde especifica que el aparcamiento llevará una red colgada y enterrada mediante un sistema de canalones y alcantarillado. Se centra también en la ventilación, donde para un aparcamiento sin conexión directa al exterior es necesariamente forzada con renovación del aire de las dependencias. Los servicios que ofrece son un lugar público para aparcar vehículos (objeto del proyecto), abastecimiento de agua como prolongación de la red ya existente, evacuación de aguas como prolongación a la red ya existente, servicio eléctrico como prolongación al ya existente, telefonía (para el ascensor) y otros servicios de carácter general.

2.2.1.2 Memoria constructiva

Tiene como objeto definir las generalidades de la construcción, los principios bajo los que se basa, mostrar el método de cálculo utilizado y analizar el sistema estructural. Los principios por los que se rige la construcción del proyecto para cumplir el uso satisfactorio del mismo y por los cuales nos vamos a guiar en el diseño de este trabajo son:

Funcionalidad: trata de respetar las dimensiones cómodas para el uso y adecuar la accesibilidad a personas con capacidad de movilidad reducida de acuerdo a la Ley 1 de 1999/31 marzo y al Decreto 293/20097 del 7 de julio de normas para la accesibilidad en las infraestructuras.

Seguridad: todo proyecto debe mantener la seguridad en los siguientes aspectos: resistencia mecánica, estabilidad, seguridad, durabilidad, economía, facilidad constructiva, modulación y posibilidad de mercado.

Habitabilidad: conlleva todo lo relacionado al cumplimiento de la higiene, salud y protección del medio ambiente (ventilación adecuada, evacuación de residuos, ahorro energético, buena iluminación y sostenibilidad).

La base de cálculo en este proyecto, la cual es común al procedimiento habitual para proyecciones similares, sigue cuatro puntos básicos: determinación de situaciones de dimensionado, establecimiento de las acciones, análisis estructural y dimensionado. Para este último punto, se usará la Teoría de los Estados Límites Últimos (ELU) y Estados Límites de Servicio (ELS), calculando la estructura a través del software CYPECAD. Se entiende como ELU “*la situación que de ser superada puede suponer un riesgo para la persona, ya sea por una puesta de servicio o por colapso parcial o total de la estructura debido a pérdida de equilibrio, deformación, conversión de la estructura en mecanismo, rotura de elementos estructurales o uniones o por la inestabilidad de elementos estructurales*”. Se entiende como ELS “*la situación que de ser superada afecta al nivel de confort y bienestar de los usuarios, el correcto funcionamiento del edificio y la apariencia de la construcción*”.

Las acciones que actúan sobre la estructura se tienen en cuenta en todo proyecto y deben ser definidas y calculadas, se debe hacer una combinación de las mismas para determinar el caso más favorable y desfavorable. Estas acciones son:

- Permanentes: peso propio + envolvente + cargas muertas.
- Variables: sobrecarga de uso + climatológicos + químicos.
- Accidentales.

El sistema estructural está formado por los elementos de edificación necesarios, que a raíz de una solución de cálculo, definan y garanticen el uso del edificio. Se forma principalmente por los elementos que se reflejan a continuación:

- Cimentación: losa de cimentación de canto constante de hormigón armado con tensión admisible $2,5 \text{ Kg/m}^2$.
- Estructura: principalmente formada por pilares, vigas, forjados y muros. El material que prima es el hormigón armado HA-30 con acero corrugado B500S.
 - Pilares: hormigón armado, de sección $40 \times 50 \text{ cm}$ y 3 m de altura.
 - Vigas: planas de hormigón armado.
 - Forjados: reticulares o bidireccionales aligerados como en la Imagen 2-3, con luces máximas a salvar de $7,5 \text{ m}$. Solicitados a flexión simple o compuesta que soportan los límites de la deformación vertical (flecha).

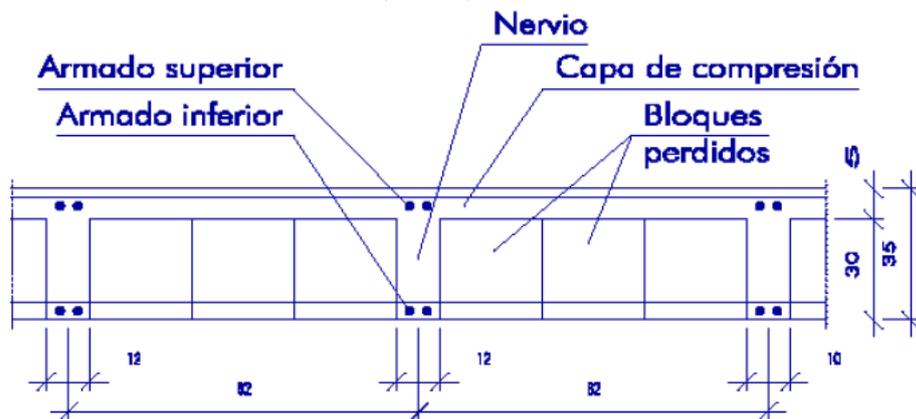


Imagen 2-3 Forjado bidireccional utilizado en el proyecto modelo tipo “Casetón Perdido” (Fuente: [24])

- Muros: flexorresistentes de hormigón armado de 30 cm de espesor.
- Compartimentación: enfoscado maestreado y fratasado en paredes con mortero M5 (1:6).
- Envolvente: formada por la fachada cuyo principal elemento es el cerramiento de ladrillo de doble hoja con aislamiento y cámara de ventilación anti humedad, con resistencia al viento, sismos y a su propio peso.

2.2.1.3 Cumplimiento del CTE

De todos los requerimientos necesarios que determinan los DB del CTE, específicos para este aparcamiento de vehículos y que son aplicables directamente a la justificación del diseño de nuestro trabajo.

Accesibilidad y seguridad en la utilización [13]: los aspectos más representativos que hemos considerado son:

- Resbaladidad de los suelos: se debe actuar de manera excepcional en espacios interiores con pendiente $>6\%$ y con escaleras. Para las escaleras según el CTE el número mínimo de peldaños por tramo es igual a 3 y la altura máxima por tramo es de $3,2 \text{ m}$ como se ve en la Imagen 2-4.

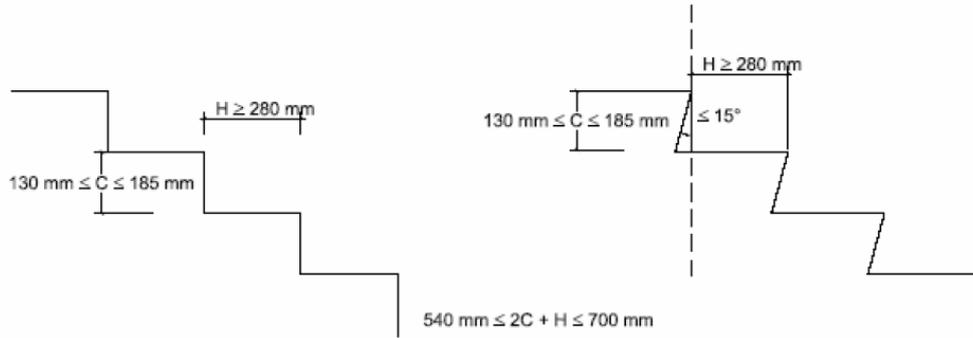


Imagen 2-4 Dimensiones mínimas peldaños. (Fuentes: [24] [13])

- Discontinuidad en el pavimento: se considera que no hay diferencia de nivel si el desnivel es de <6 mm. No puede haber discontinuidades en los espacios libres de obstrucción de las zonas de acceso como se muestra en la Imagen 2-5.

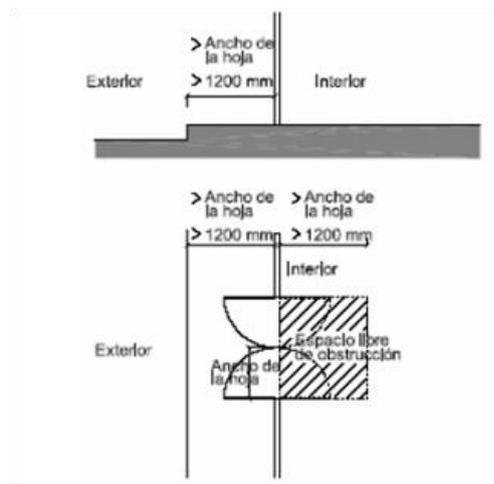


Imagen 2-5 Espacios libres de obstrucción en los accesos. (Fuente: [24] [13])

- Barreras de protección: mínimas de 90 cm ante caídas o huecos.
- Rampas: las rampas para la circulación de vehículos tienen que tener $<18\%$ de inclinación.
- Accesorios para minusválidos y personas con capacidad de movilidad reducida: como mínimo 1 plaza de aparcamiento por cada 40 o equivalente, señalizadas y próximas al paso de peatones. Dimensiones mínimas de 5 x 3,6 m. Con más de un nivel es obligatorio instalar un ascensor con alarma, anchura de la puerta $>0,8$ m, fondo $>1,25$ m, y ancho de cabina >1 m.

Protección frente a incendios [12]: el proyecto se centra en la compartimentación y accesos interiores estudiados en base a la propagación interior, distancia entre fachadas y huecos en relación a la propagación exterior y el modo de acceder por los servicios de bomberos. Además resalta la Norma R-120 en relación a la resistencia al fuego por la estructura, la importancia de los planes de evacuación (que deben de contener el número de salidas, la longitud del recorrido y también obliga a instalar protección en las escaleras, vestíbulos de independencia y puertas de emergencia con apertura en dirección a la evacuación) y las instalaciones de protección contra incendios, siendo obligatorio un extintor cada 15 metros y un sistema de alarma.

2.2.1.4 Plano general del proyecto

Con el fin de agrupar visualmente todas las ideas recogidas en este análisis se presenta en la Imagen 2-6 el plano en planta del aparcamiento de vehículos descrito en este apartado. Tomaremos como “lecciones aprendidas” los distintos detalles que nos proporcionan los planos de este proyecto, como por ejemplo, la colocación de los pilares respecto a las plazas para no dificultar el aparcamiento, la indicación de las plazas de minusválidos, la diferenciación de los carriles de circulación en el interior de la planta, los detalles del núcleo de evacuación con escaleras ascensores y las puertas y anchura de la tabiquería interior y de los cerramientos entre otros.

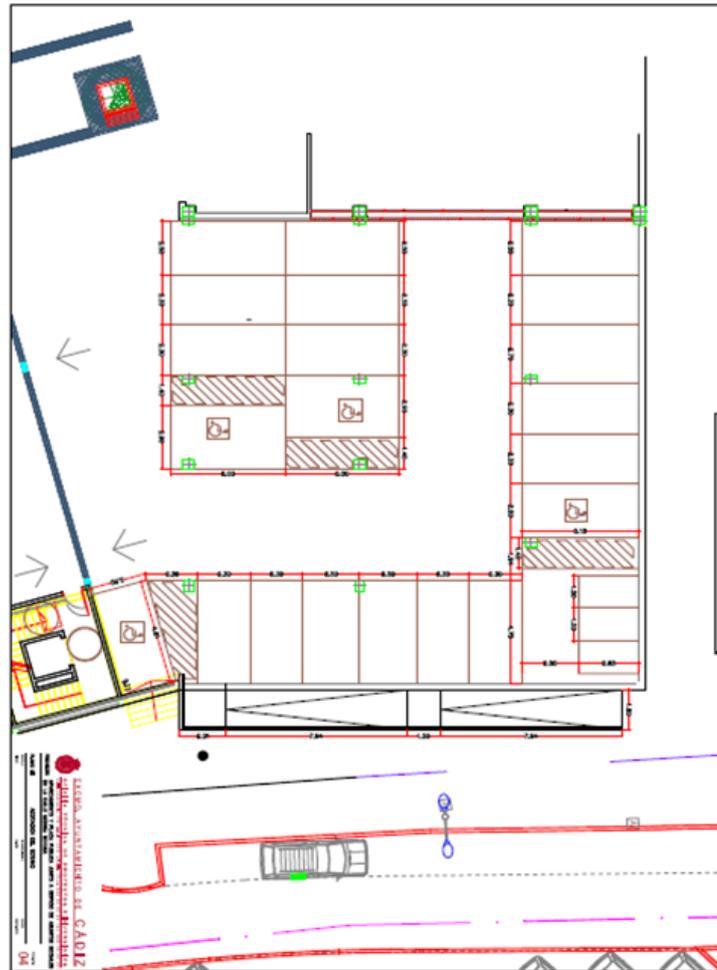


Imagen 2-6 Plano general aparcamiento Plaza Segunda Aguada, Cádiz (Fuente: [24])

2.2.2 Proyecto de edificación de un garaje de un centro para la innovación y el emprendimiento en Ventanielles, Oviedo

El siguiente proyecto de análisis titulado como “Proyecto de Edificación de un garaje de un centro para la innovación y el emprendimiento en Ventanielles, Oviedo” describe los elementos de instalación y medidas específicos para un edificio de aparcamientos de proyección similar al proyecto objeto de diseño [25]. El proyecto se sitúa en la altura correspondiente al sótano -2 y propone un área de 812,5 m² para su uso específico. Al igual que el proyecto anterior, éste también presenta una estructura de proyecto [17] compuesto por memoria, planos, pliego de condiciones y presupuesto. Este proyecto es referente para el presente trabajo por las numerosas características técnicas específicas que presenta relativas a los edificios de aparcamiento de vehículos y por los diferentes análisis del CTE aplicados durante el proyecto en los diferentes campos, destacando la protección ante incendios [12], la ventilación [13], y la protección contra el ruido [15].

2.2.2.1 Descripción técnica de los aparcamientos en el proyecto

El objeto de este análisis es cumplimentar las características técnicas que todo edificio destinado al aparcamiento de vehículos debe tener. Estas características junto a las destacadas del proyecto anterior y junto a los requerimientos del CTE, van a ir conformando la red de ideas necesarias para el diseño básico que se plantea en el presente trabajo.

Las características que definen un edificio exclusivamente diseñado para el aparcamiento de vehículos además de las propias estructurales son las relacionadas con los requisitos de dimensiones, materiales y emplazamiento de accesos, rampas, pendientes, vías, direcciones de circulación, las propias plazas de aparcamientos como se puede ver en el plano de la Imagen 2-7 y los análisis oportunos del CTE mencionados anteriormente (protección ante incendios, protección frente al ruido o ventilación).

Las plazas de aparcamiento deben tener unas dimensiones mínimas de 4,5 m de longitud y 2,25 m por plaza. Las dimensiones excepcionales para plazas de aparcamiento para motos y minusválidos ya se vieron en el proyecto modelo anterior. Además la altura mínima será de 2,15 m. Se puede observar que en este proyecto modelo se cumplen las especificaciones mínimas para las 29 plazas de aparcamiento que se desean diseñar (4,6 x 2,25 m).

Las dimensiones para el acceso a los aparcamientos también están reguladas. Si se trata de un acceso exclusivamente de sentido único tanto como para entrada como para salida la anchura mínima del carril será de 3 metros. Si dicho acceso se hace en línea recta y de 3,5 metros si tiene forma curva. Si se trata de un carril único pero que se puede usar indistintamente como entrada o como salida la anchura del mismo seguirá las especificaciones mínimas indicadas para el caso anterior. En el caso que se quiera realizar un acceso con dos carriles diferenciados, tanto si son del mismo sentido como si son utilizados uno para entrada y otro para salida, el ancho mínimo será de 6 metros si éste se hace en línea recta y de 7 metros si éste se hace con acceso curvo. Las rampas de acceso para la comunicación entre los diferentes niveles del edificio de aparcamientos seguirán las condiciones mínimas que se han mencionado en este apartado, con la especificación de que para rampas curvas la pendiente tendrá que ser como máximo del 14%. Además la altura mínima en estos casos, accesos y rampas, será de 2,05 metros en toda su longitud.

Para la circulación en cada planta del aparcamiento también hay unos requerimientos mínimos que regula el CTE. En primer lugar si la circulación en la planta está definida para un solo sentido, ésta debe ser como mínimo de 3 metros. Si está diseñada para poderse usar en dos carriles diferenciados, la anchura mínima del total de la vía debe ser superior a 4,75 metros. Así mismo, también se especifica la dimensión de los radios de giro en el interior del aparcamiento que debe ser como mínimo de 4,5 metros.

En este caso, el plano de la Imagen 2-7 nos es muy útil porque refleja claramente los espacios reservados para la circulación de vehículos tanto en planta como en rampa, Además representa el trazado durante los giros por lo que vemos que espacio hay que tener en cuenta a la hora de calcular los radios de giro. Se observa también la importancia que se da al equipamiento de los compartimentos, ya sea con elementos contraincendios o mediante la señalización de salidas u otros accesos. La distribución de pilares en la planta es siempre un punto importante a tener en cuenta en el diseño puesto que debe favorecer las condiciones de accesibilidad y uso para las que fue diseñado el aparcamiento.

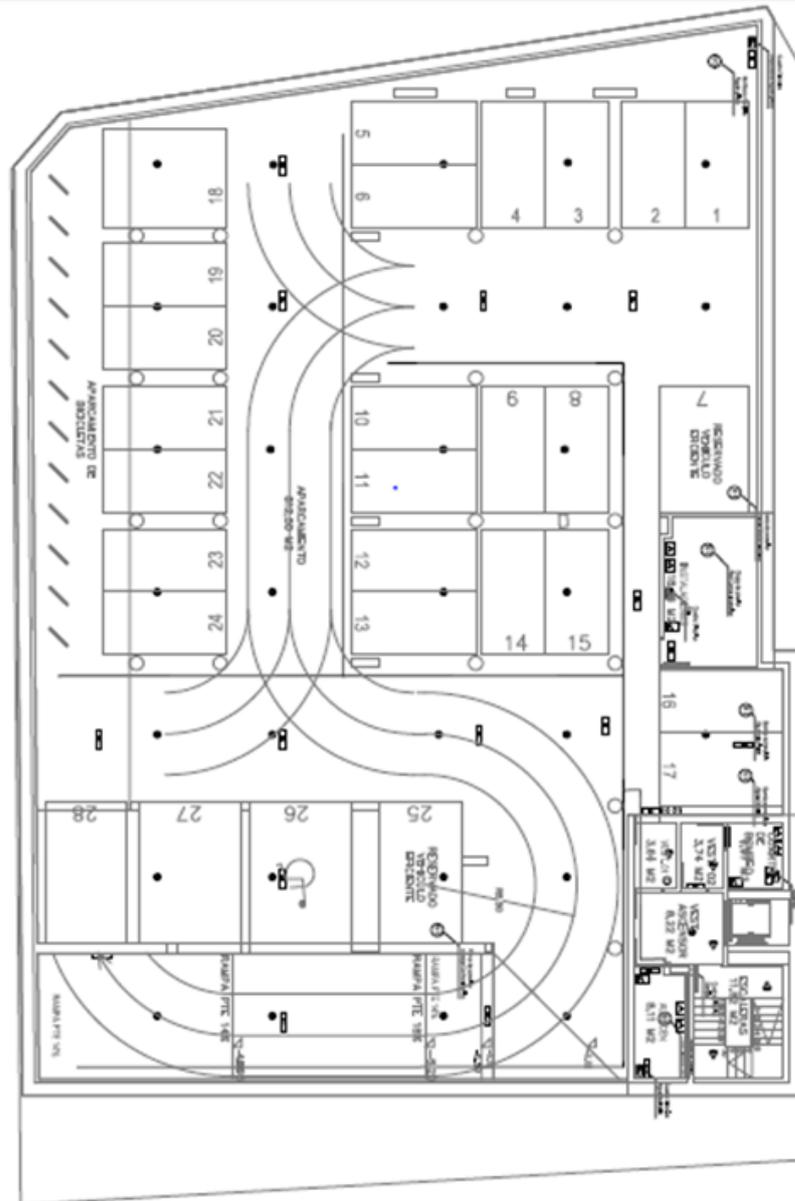


Imagen 2-7 Plano planta aparcamiento modelo (Fuente: [25])

2.2.2.2 Otras consideraciones para la protección ante incendios

Se añaden especificaciones para el control de las evacuaciones y definición de sistemas de control de incendios. Es importante también definir la densidad de población que tiene el edificio según el uso para el que ha sido diseñado, y según la superficie útil del mismo. Para un aparcamiento se define en el CTE [12] que la densidad de población es de una persona por cada 15 metros cuadrados. En este proyecto modelo debido al área útil de 812,5 metros cuadrados se establece una densidad de población de 54 personas. Este dato sirve también para el cálculo de acciones en el diseño estructural y para complementar las características del propio edificio.

La evacuación de un edificio en caso de incendio tiene que estar estudiada y diseñada. La ruta de evacuación comienza en el origen de evacuación, que será cada una de las plazas o en cualquier punto de la vía de circulación en el interior. El fin de la ruta de evacuación será la salida al exterior desde cada puerta de emergencia o de acceso normal. Las rutas de evacuación deben ir por las vías de circulación de vehículos o en su defecto por zonas habilitadas especialmente para el tránsito de peatones, en ningún caso cruzarán las plazas de aparcamiento. También se recalca la obligatoriedad de instalar vestíbulos anteriores a las escaleras y separarlos mediante puertas resistentes con apertura en

dirección de la evacuación. El pavimento de la ruta de evacuación debe ser antideslizante. Aclara la disposición de los pulsadores de alarma, que deben ir colocados cada 25 metros. El proyecto consta de numerosas instalaciones de protección contra incendios que, aunque no sean todas de implantación obligatoria, nos pueden servir para tenerlas en cuenta a la hora de plantear nuestro diseño. Las instalaciones contraincendios que recoge el proyecto aprobadas por el CTE son:

- Sistema de abastecimiento de agua ante incendios.
- Bocas equipadas de incendios con mangueras de 20 m de longitud.
- Instalación de extintores (1 cada 20 plazas de aparcamiento, como máximo a una altura de 1,7 m del suelo, homologados y señalizados según UNE 23-033-81 y de polvo seco).
- Instalación de detección automática.
- Pulsadores de alarma.
- Instalación de detección de monóxido de carbono.
- Ventilación de garaje.
- Señalización de los medios de protección (señales visibles de material foto luminiscente que sigan el formato recogido en la UNE 23035-4:2003).

Todos los sistemas contraincendios instalados en cada planta deben ir dispuestos en un gráfico sinóptico visible para todos los públicos de manera que se pueda entender fácil y rápidamente, sea interpretable su ubicación, y que ayude al proceso de evacuación y al reconocimiento del edificio a los bomberos durante su actuación. En los planos van recogidos en una leyenda como se muestra en la Imagen 2-8.

LEYENDA DETECCIÓN Y EXTINCIÓN	
SIMB.	DESCRIPCIÓN
	Colector: tubo de acero negro, según UNE-EN 10255
	Compuerta Cortafuegos
	Extintor portátil de polvo 21A-113B 6 Kg
	Boca columna seca
	Hidrante exterior
	Armario de empotrar para extintor, sirena pulsador y Boca de incendio equipada, 25mm
	Central de detección automática de incendios
	Sirena optico-acústica exterior
	Sirena acústica interior
	Interruptor de flujo
	Retenedor de puerta
	Pulsadores
	Detector óptico de humos
	Detector de CO
	Detector térmico termovelocimétrico
	Grupo de presión

Imagen 2-8 Leyenda equipos de detección y extinción de incendios (Fuente: [25] [12])

2.2.2.3 Otras consideraciones para la definición de los sistemas de ventilación en edificios destinados al aparcamiento de vehículos

Se justifican las características mínimas para la ventilación de edificios de aparcamiento de vehículos cuyos cerramientos no dan al exterior, es decir, aparcamientos en alturas sin acceso directo al aire exterior mediante ventanas o balcones o aparcamientos situados bajo tierra. Para estos aparcamientos se necesita un mínimo caudal de impulsión y uno mínimo para la extracción de forma que se asegure la renovación del aire interior [14].

El caudal mínimo de impulsión para este tipo de aparcamientos es de 120 l/s por plaza y se multiplica por un coeficiente de seguridad para asegurar la impulsión del mismo. El caudal mínimo de extracción será de 150 l/s por plaza y se multiplica por un coeficiente de seguridad para asegurar la extracción del mismo. Para asegurar la calidad del aire en vestíbulos y escaleras destinados a la evacuación se emplea un sistema de presión diferencial [12]. Los sistemas de ventilación deben funcionar como mínimo en periodos de 1,5 horas y los equipos de control y mantenimientos asilados en un compartimento exclusivo para su uso.

2.2.2.4 Otras consideraciones para la protección frente al ruido

La protección contra el ruido tanto dentro del propio edificio como en el exterior es un tema que está muy a la orden del día en el diseño de las edificaciones. No solo se ha convertido en un asunto importante sino que se ha convertido en obligatorio [15]. Este proyecto describe los niveles máximos de ruido interior y exterior. El ruido exterior emitido máximo que afecte a los edificios anexos al aparcamiento no debe superar los 30dBA entre las 0700h y 2200h y los 25dBA entre las 2200h y las 0700h. El ruido que se transmite por el aire o ruido aéreo en el interior del edificio no viene especificado en la normativa para usos de aparcamiento exclusivamente, pero en este proyecto, el valor máximo permitido se toma en base a la experiencia de otros proyectos similares. El nivel de ruido será como máximo de 65dBA para este uso y dimensiones similares. En cualquier caso se estimará teniendo en cuenta la situación más desfavorable y cumpliendo la emisión máxima el exterior de 30dBA mencionado anteriormente. Los ruidos que se tienen en cuenta para la estimación del ruido aéreo y para aplicar medidas correctivas para cumplir con la emisión máxima al exterior incluyen el ruido de los coches, el ruido producido por las ventilaciones y extracciones y el ruido producido por las vibraciones estructurales resultantes de la combinación de los existentes. En el diseño de los edificios se intenta que cada piso esté aislado del colindante de tal manera que se pueda llegar al máximo permitido de ruido aéreo en cada piso sin sobrepasar la emisión total al exterior. Por esa misma razón se aplican diferentes capas de materiales aislantes en los forjados como se muestra en la Imagen 2-9, desde la propia estructura de hormigón armado que es el forjado hasta el pavimento por el que circulan los vehículos.

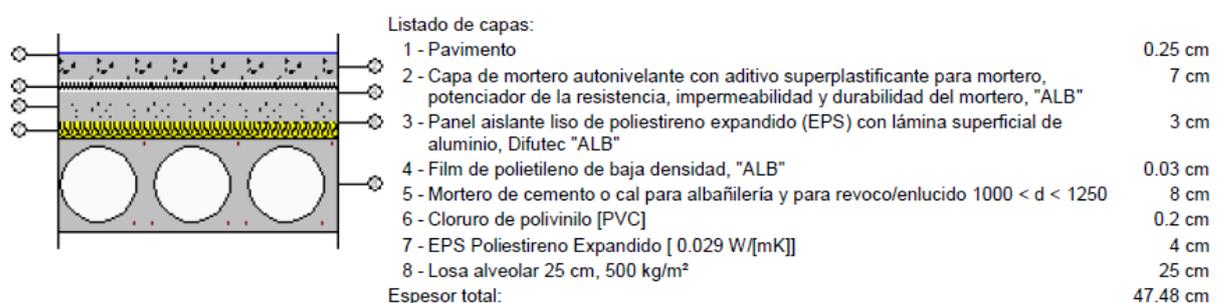


Imagen 2-9 Ejemplo de suelo de aparcamiento protegido frente al ruido (Fuente: [25])

2.2.3 Proyecto de construcción del Aparcamiento de Ibarbengoa y sus accesos

Este proyecto situado en el municipio de Getxo (Vizcaya) describe de manera detallada la solución escogida para el planteamiento del aparcamiento así como una descripción precisa de su funcionamiento de tal manera que nos queda totalmente claro su utilización, sus formas de acceder y circulación y una visión general de la estructura planteada para edificar las cuatro plantas de aparcamientos que abarcan un total de 8939,64 m² [26].

El proyecto se basa en un esquema funcional, claro y sencillo. Durante su descripción se aprecia que se le da importancia a la distribución interior de las vías de circulación, aclarando el ancho de las mismas, cómo son las entradas y salidas del edificio, el uso de las rampas y su pendiente. Es muy importante para la edificación de aparcamientos proporcionar al usuario una sensación continua de seguridad y comodidad, por lo que habrá que tener en cuenta estos factores en todo momento a la hora de diseñar el aparcamiento propuesto en el presente trabajo.

Otra razón por la que se ha seleccionado este modelo es la importancia que se le da al diseño estructural protegido contra la humedad [14], incluyendo las siguientes características estructurales:

Cubierta: de forma plana diseñada con capas de impermeabilización y protección pesada además del propio forjado de hormigón, capa de mortero de regularización, aislamiento, lámina drenante y tierra vegetal (en este proyecto la cubierta superior se establece como zona ajardinada).

Cerramiento exterior vertical: formado por los muros de hormigón de 45 cm principalmente. Dentro de la norma [14], se le establece al edificio un grado de impermeabilidad de 4 debido a la situación geográfica del mismo. También se acompaña de otros elementos constructivos con funcionalidad de aislante y resistencia al fuego.

Distribución interior: tabiques de compartimentación de ladrillo hueco doble de 9cm de espesor utilizados para vestíbulos, escaleras, cuartos de ventilación y otras instalaciones. Además de la protección anti humedad, llevan revestimiento para la protección contra el ruido y contra el fuego.

Pavimento interior: hormigón pulido para las zonas de aparcamiento.

Además se aclara que este proyecto no ha necesitado un estudio geotécnico específico previo puesto que se basa en los datos de estudios anteriores y excavaciones colindantes con muestras suficientes para asegurar la calidad del suelo, profundidad y características necesarias para su posterior cimentación y edificación.

Otra idea estructural que nos muestra el proyecto es la utilización de pilares prefabricados sobre los que apoyan las vigas semiprefabricadas que a su vez ejercerán de sustento de los forjados. Los muros por el contrario son realizados in situ con técnicas corrientes de la edificación de estructuras de hormigón [21].

3 FACTORES QUE CONDICIONAN EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN EDIFICIO DE APARCAMIENTOS EN LA ENM

3.1 Encuesta de opinión al personal de la ENM

Con el fin de realizar la justificación de la problemática descrita en el Capítulo 1, se ha realizado una encuesta de opinión al personal de la ENM como se muestra en la Imagen 3-1, tomando una muestra de 250 personas de toda la ENM. El objetivo de esta encuesta es, por un lado, verificar que el personal es consciente de la problemática, y por otro lado tomar referencias para la selección del diseño más apropiado. Con el resultado de la encuesta introducimos un nuevo factor que contribuye al diseño de un aparcamiento en alturas en la ENM.

TFG AF CARVAJAL CERVERA
 ESTUDIO DE REQUERIMIENTOS Y DISEÑO PRELIMINAR DE UN APARCAMIENTO EN ALTURAS EN LA ESCUELA NAVAL MILITAR

1-¿Considera que hace falta revisar la regulación sobre los aparcamientos de vehículos en la ENM?

SI NO INDIFERENTE

2-Es común en la ENM que los coches aparquen en zonas no destinadas para ello (CASI, Explanada, zonas de tránsito...), ¿cree conveniente un emplazamiento específico de aparcamiento para evitar este tipo de situaciones, y que además descongestione y facilite el tráfico y aparcamientos de vehículos en días con acto, Jura de Bandera, obras...?

SI NO INDIFERENTE

3-¿Considera necesario un aparcamiento cubierto que permita el mantenimiento limpio de los vehículos y el resguardo ante el mal tiempo?

SI NO INDIFERENTE

4-¿Dónde emplazaría un aparcamiento de varias alturas en la ENM?

Barrio Industrial CASI Otro (Indicar): _____

5- Seleccione su posición en la ENM.

Alumno Personal del CUD Profesores militares Dotación Personal civil

Imagen 3-1 Encuesta de opinión a personal de la ENM (Elaboración propia)

El personal encuestado se compone de 170 alumnos de las diferentes brigadas (68%), 40 trabajadores pertenecientes a personal civil y laboral de la ENM (16%), 20 profesores y personal del CUD (8%) y 20 encuestados de dotación y profesorado militar (8%). Todos los encuestados han contestado a las preguntas propuestas en la encuesta. En el Anexo I se adjunta el resultado completo de la encuesta. A continuación se analizan los resultados y las valoraciones pregunta a pregunta.

3.1.1 Primera pregunta

“¿Considera que hace falta revisar la regulación sobre los aparcamientos de vehículos en la ENM?” Con esta pregunta se pretende introducir al encuestado en la problemática. Se obtiene, de un total de 250 respuestas, 172 “Si”, 40 “No” y 38 “Indiferente” como se observa en la Imagen 3-2. Parece evidente que no todo el mundo conoce la regulación interna relativa a este, pero es muy común que en el día a día se vean afectados por la misma, son muchos los que a media mañana tienen que retirar el vehículo porque hay algún acto o ejercicio, o son muchos los que son amonestados con una tarjeta de apercibimiento por aparcar donde no se debe. A parte de la solución de este trabajo, es posible que una medida a corto plazo sea revisar la regulación y modificar los aspectos que más afecten al conjunto del personal de la ENM.

A la vista de los resultados se observa que hay una mayoría que reclama una revisión de la normativa vigente de tal forma que se pueda actuar para solucionar la problemática existente. Modificar aspectos de la normativa puede ser un primer paso para redistribuir y gestionar los espacios destinados a los aparcamientos en la ENM con el objetivo de contentar a la mayoría de usuarios de vehículos en el interior del recinto.

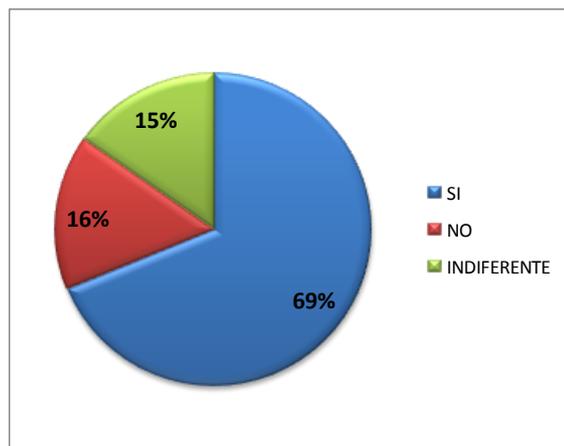


Imagen 3-2 Resultado pregunta 1(Excel-elaboración propia)

3.1.2 Segunda pregunta

“Es común en la ENM que los coches aparquen en zonas no destinadas para ello (CASI, Explanada, zonas de tránsito...), ¿Cree conveniente un emplazamiento específico de aparcamiento para evitar este tipo de situaciones, y que además descongestione y facilite el tráfico y aparcamiento de vehículos en días con acto, Jura de Bandera, obras...?” El objetivo de esta pregunta es recordar al encuestado una serie de situaciones reales para que pueda valorar con sinceridad la necesidad de un aparcamiento como el que se propone en el presente trabajo. Se obtiene, de un total de 250 respuestas, 212 “Si”, 15 “No” y 23 “Indiferente” como se observa en la Imagen 3-3. Con ello se busca una justificación a mayores de este trabajo y además que sirva como condicionante para el diseño del aparcamiento propuesto.

Observando los resultados de esta segunda pregunta, llegamos a la conclusión de que gran parte del personal de la ENM detecta conflictos en días de acto, instrucción etc. Conocer que hay un gran

porcentaje que es consciente de este problema y que considera necesario una solución como la que se propone forma parte de la justificación de este trabajo.

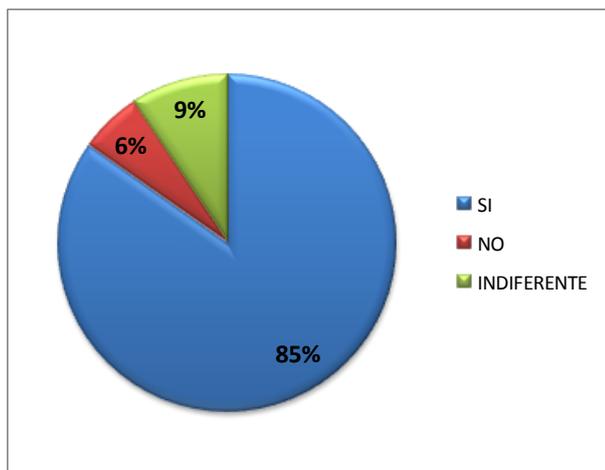


Imagen 3-3 Resultado pregunta 2 (Excel-elaboración propia)

3.1.3 Tercera pregunta

“¿Considera necesario un aparcamiento cubierto que permita el mantenimiento limpio de los vehículos y el resguardo ante el mal tiempo?” La finalidad de esta pregunta es que el encuestado valore la situación actual de los aparcamientos en la ENM, la condición en la que aparcen los vehículos y si una mejora como la que se plantea en la pregunta puede mejorar el estado de los vehículos ante suciedad, corrosión, y estado general de los mismos. Se obtiene, de un total de 250 respuestas, 165 “Si”, 41 “No” y 44 “Indiferente” como podemos ver en la Imagen 3-4.

Los resultados que se han obtenido muestran que una gran mayoría de los encuestados se posiciona a favor de la implantación de una estructura que sirva para combatir los diferentes problemas que existen en la ENM al tener el vehículo permanentemente a la intemperie tal y como se describe en el Capítulo 1. El porcentaje que no ha respondido “si” en gran parte es porque no lo considera necesario, simplemente lo considera conveniente pero no fundamental, teniendo en cuenta el grado de proyecto del que se trata y su posible presupuesto elevado o porque no aparcen permanentemente el vehículo en la ENM y no les influye ni para mejor ni para peor por ejemplo.

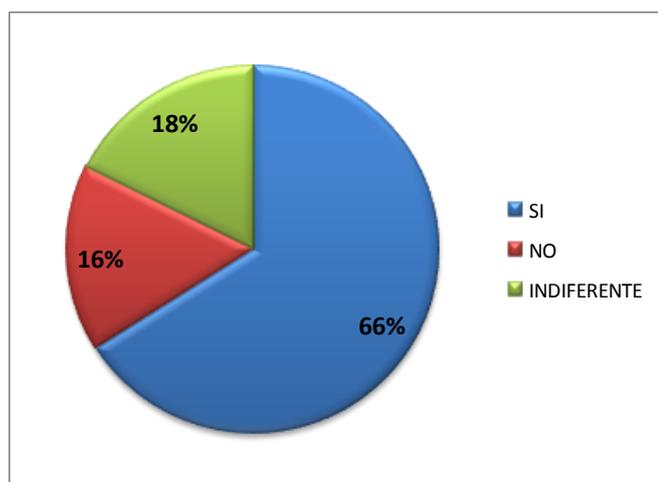


Imagen 3-4 Resultado pregunta 3 (Excel-elaboración propia)

3.1.4 Cuarta pregunta

“¿Dónde emplazaría un aparcamiento de varias alturas en la ENM?” Esta última pregunta que utilizamos para analizar los factores que condicionan el diseño de un aparcamiento en alturas en la

ENM va enfocada a que los encuestados den su opinión de un emplazamiento óptimo para tal proyecto, así podremos valorar más opciones de acuerdo al interés general. Se obtiene, de un total de 250 respuestas, 123 “Barrio Industrial”, 103 “CASI” y 26 “Otro” como vemos en la Imagen 3-5.

Gracias a los resultados de esta pregunta, ha sido posible enfocar las preferencias de emplazamiento del aparcamiento, teniendo en cuenta las opciones que a priori se habían considerado y además añadiendo las propuestas por los encuestados. Además de las dos opciones propuestas (seleccionadas favorablemente), los encuestados que han votado “otro” mayoritariamente han propuesto detrás del edificio “Isaac Peral”. Dicho emplazamiento lo tendremos también en cuenta a la hora de valorar el emplazamiento final del proyecto. Otros lugares que nos han sugerido son realizar un aparcamiento subterráneo en las pistas de “Palmeras” o en la pista de atletismo. También se ha propuesto aprovechar espacios de factoría u otras soluciones como cubrir mediante marquesinas o cubiertas las plazas ya existentes, añadir más plazas o redistribuir las ya existentes sin necesidad de una construcción de tal envergadura.

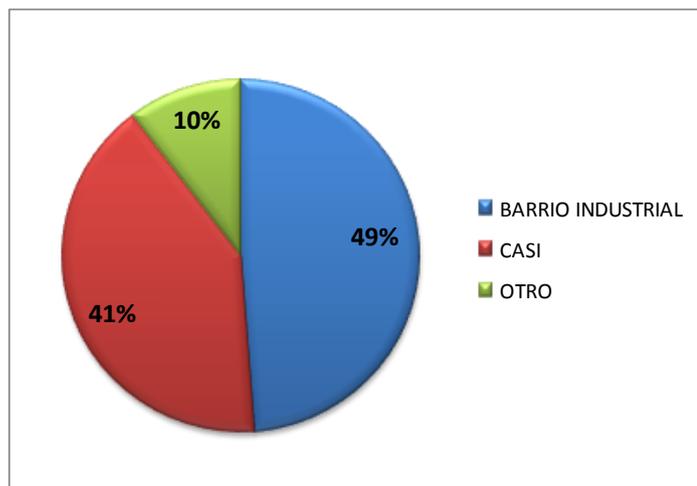


Imagen 3-5 Resultado pregunta 4 (Excel-elaboración propia)

3.2 Requerimientos legales (CTE)

3.2.1 Seguridad estructural

Las exigencias de la seguridad estructural tienen como objetivo principal asegurar un comportamiento estructural adecuado durante la construcción del edificio y su uso teniendo en cuenta las acciones e influencias mayoritariamente previsibles [11]. La estructura del edificio debe ser resistente y estable incluso ante eventos extraordinarios y además debe permanecer apta para el servicio para el que ha sido diseñado sin llegar a tener deformaciones y anomalías inadmisibles manteniendo el aspecto visual del mismo y el confort de sus instalaciones.

El cálculo estructural debe guiarse por principios que avalen la resistencia mecánica, estabilidad y durabilidad, por lo que se exige en toda nueva construcción una capacidad portante fiable para que se cumpla como mínimo el periodo de servicio definido en el proyecto.

El análisis estructural y dimensionado requiere en primer lugar, definir las situaciones de dimensionado que rigen el marco de la edificación, siendo éstas persistentes las que transcurren en condiciones normales, transitorias las que tienen en cuenta las acciones temporales sin contar las accidentales, y las extraordinarias que tienen en cuenta las acciones accidentales. Además se requiere realizar verificaciones de las acciones calculadas mediante métodos de cálculo respaldados por el CTE [7] como son las comprobaciones de los estados límites ELU y ELS. Los modelos que se aplican para las verificaciones estructurales deben seguir la teoría de resistencia de materiales debiéndose aplicar

debidamente los coeficientes correspondientes y los métodos de combinación de acciones respaldados por documentación competente [27].

Capacidad portante: la capacidad portante se define como la aptitud para asegurar con seguridad la estabilidad y resistencia de un edificio durante un periodo de tiempo determinado. Por lo tanto, en términos generales, toda edificación tiene que cumplir con los siguientes criterios:

- $E_{d,dst} \leq E_{d,stab}$ siendo $E_{d,dst}$ el cálculo del efecto de las acciones desestabilizadoras y $E_{d,stab}$ el cálculo del efecto de las acciones estabilizadoras.
- $E_d \leq R_d$ siendo E_d el cálculo del efecto de las acciones y R_d el cálculo de la resistencia correspondiente al conjunto de la estructura.

Deformaciones verticales (flechas): la estructura horizontal o cubiertas de un edificio (cuyo uso es el aparcamiento de vehículos en varias alturas) serán rígidas si la flecha relativa (δ) producida por la combinación de las acciones son menores que los siguientes valores:

- $\delta < 1/400$ para pisos con tabiques ordinarios y pavimentos rígidos.
- $\delta < 1/300$ si además se quiere preservar la apariencia y confort del edificio y sus instalaciones.

Desplazamientos horizontales: para cualquier combinación de acciones, el aparcamiento en alturas deberá mostrar rigidez lateral en todos los elementos constructivos verticales, para ello el desplome (D), como se indica en Imagen 3-6, deberá ser menor que los siguientes valores:

- $D_T < (1/500) \times h_t$ siendo D_T el desplome total del edificio y h_t la altura total del edificio.
- $D_L < (1/250) \times h_p$ siendo D_L el desplome local de una planta y h_p la altura de una planta.
- $D_G < (1/250) \times h_t$ siendo D_G el desplome total del edificio cuando se quiera mantener la apariencia y estética de la obra con elevado grado de exactitud.

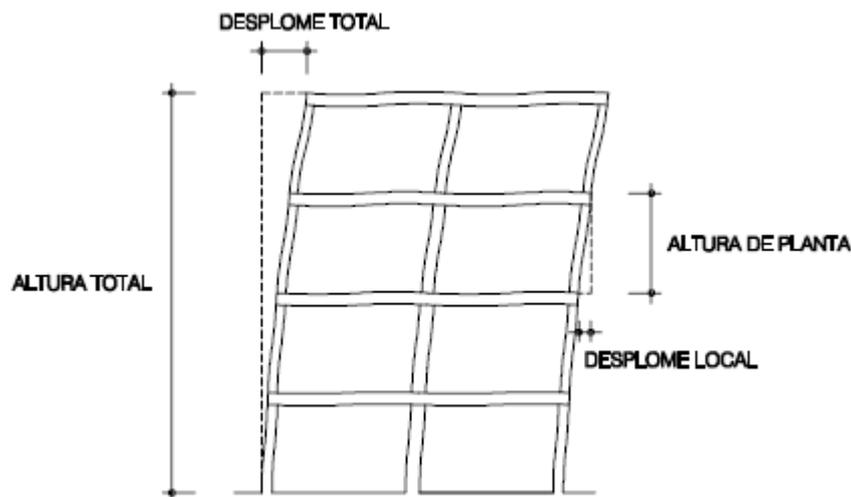


Imagen 3-6 Representación gráfica del concepto de desplome (Fuente: [11])

Fiabilidad y seguridad para las personas: ante situaciones de colapso del edificio se pueden producir daños personales. El CTE establece unos parámetros para determinar la probabilidad de fallo de la estructura admisible. Esta probabilidad viene determinada por la incertidumbre de la posibilidad de que una persona muera por colapso del edificio, y se calcula de la siguiente forma:

$$P(f|año) \times P(d|f) \leq r_{i,adm}$$

Siendo $P(f|año)$ la probabilidad de fallo de la estructura en un año, $P(d|f)$ la probabilidad de que una persona muera estando en el edificio en el instante del colapso y $r_{i,adm}$ el riesgo mortal individual admisible debido al estado de la estructura y que viene determinado por la fórmula: $[(n^\circ \text{muertos}) / (10^6 \text{ por año})]$.

Optimización económica de la estructura: es evidente que en la actualidad no solo importa cumplir con la seguridad y parámetros de sostenibilidad exigibles sino que también importa adecuar las características estructurales y del proyecto al presupuesto del mismo, siendo éste un factor decisivo a la hora de seleccionar los métodos, materiales y calidad del conjunto de los elementos empleados en la edificación. Por ello hay que llegar a un compromiso entre seguridad estructural y economía del proyecto respetando los límites mínimos exigibles. Por lo tanto la optimización económica tendrá como objeto minimizar el coste total respetando lo anteriormente mencionado, siguiendo la siguiente fórmula [11]:

$$C_{\text{tot}} = C_b + C_m + \Sigma(P_f \times C_f)$$

Siendo C_{tot} el coste total, C_b el coste del proyecto y su ejecución, C_m el coste estimado para inspecciones o mantenimiento y $\Sigma(P_f * C_f)$ todas las situaciones de riesgo posibles.

3.2.1.1 Acciones en la edificación de un aparcamiento en alturas en la ENM

El análisis estructural del edificio se realiza mediante la introducción de una serie de variables que representan los valores de las cargas, características de los materiales o influencia del medio [28]. El cálculo de las acciones se realiza teniendo en cuenta los casos más desfavorables y en la mayoría de los casos aplicando el método de los estados límites. Para ello se debe hacer un cálculo de todas las acciones implicadas y la combinación de las mismas de forma independiente para tener en cuenta las situaciones extraordinarias que puedan acontecer. Es imprescindible aplicar un coeficiente de seguridad para contrarrestar errores y dar posibilidades a ciertos márgenes durante la realización del proyecto y la vida útil del mismo.

Para plantear el diseño, debemos considerar las acciones necesarias para asegurar la estabilidad, resistencia y durabilidad del edificio. Estas acciones son las acciones permanentes, las acciones variables y las acciones accidentales.

Acciones permanentes (G): será el sumatorio de todas las acciones que se consideran invariables durante la vida útil del edificio. Para un edificio de aparcamiento de vehículos en alturas estas serán las siguientes:

- **Peso propio:** tendrá en cuenta elementos estructurales, cerramientos, tabiquería, revestimiento y equipos permanentes. Para un edificio de aparcamientos en altura se tendrán en cuenta las acciones de una cubierta plana, los forjados que se elijan, el tipo de pavimento de las plantas, las características del hormigón armado empleado, y las de otros elementos como aislantes o vidrios para cerramientos y tabiquería. En definitiva el cómputo de valores numéricos correspondientes a las acciones que ejercen los diferentes elementos estructurales debido a sus dimensiones y materiales [28].
- **Acciones del terreno:** se tendrán en cuenta para proponer una cimentación adecuada y hace referencia a desplazamientos y deformaciones que del mismo que puedan suponer una carga en la estructura de forma permanente.

Acciones variables (Q): todas aquellas que no dependen de los elementos constructivos. Se han seleccionado las adecuadas a tener en cuenta de acuerdo al DB SE para el cálculo de acciones en la edificación [28].

- **Uso:** son las acciones de sobrecarga a la estructura por el uso específico del edificio y la utilización habitual del mismo por las personas. Estas acciones se representarán como cargas uniformemente distribuidas. Para el uso específico de circulación y aparcamiento de vehículos menores de 30 kN (Tipo E), esta carga será de 2 kN/m². Además, por este uso se implementa una carga puntual que actúa simultáneamente en una superficie cuadrada de 200 mm de lado, esta carga puntual será de 20 kN dispuestas en dos cargas de 10 kN separadas un mínimo de 1.8 m de distancia.

- Barandillas y elementos divisores: para el uso específico de circulación y aparcamiento de vehículos se implementa una fuerza horizontal uniformemente distribuida a 1.2 m de la superficie de rodadura o en el borde superior del quitamiedos si éste midiera menos de 1.2 m, esta carga será de 1.6 kN/m.
- Viento: dependerá de la dirección, intensidad y racheado del viento y del efecto que tenga éste sobre la estructura. No se consideran los efectos dinámicos del viento, es decir, se considera para un instante de tiempo determinado una fuerza constante en cada punto de la superficie de aplicación. El estudio del efecto dinámico del viento solo se exige en edificios de esbeltez superior a seis [28]. La acción del viento sobre la estructura es perpendicular a cada punto de la superficie que esté expuesta a presión (positivo) o succión (negativo) estática producida por el mismo. Se puede simplificar el estudio de las acciones teniendo en cuenta únicamente las fachadas de barlovento y sotavento suponiendo el resto de la fachada menos influenciada, y la cubierta superior. La acción del viento se calcula para el edificio en cuestión de la siguiente forma:

$$q_e = q_b \times c_e \times c_p$$

- q_b presión según el emplazamiento geográfico: Marín (Pontevedra) → Tipo B, $q_b = 0.45 \text{ kN/m}^2$.
- c_e coeficiente de exposición, que para un edificio al borde del mar de unos 12 m de altura, $c_e = 3.1$
- c_p coeficiente eólico para cada parte del edificio que se desea analizar. Se tendrá en cuenta las dimensiones específicas del diseño, que se detallan en el Capítulo 4, atendiendo a las diferentes tablas del DB SE-AE [28].
- Acciones variables térmicas: el aparcamiento que se propone en este trabajo en ningún caso supera los 40 m de longitud de elementos continuos por lo que las acciones térmicas las vamos a despreciar.
- Nieve: el emplazamiento es en Marín (Pontevedra) que se encuentra a menos de 1000 m de altura sobre el nivel del mar, además la cubierta que se propone en el diseño es plana por lo que la acción correspondiente a la nieve resulta de la siguiente fórmula:

$$q_n = \mu \times s_k$$

- μ es el coeficiente de forma de cubierta, para cubierta plana $\mu = 1$
- s_k valor de la carga de nieve para un terreno horizontal en una determinada zona geográfica, para cubierta plana (horizontal) en Marín (Pontevedra) $s_k = 0.3 \text{ kN/m}^2$ según el DB SE-AE [28].
- Por lo tanto, se tiene que $q_n = 0.3 \text{ kN/m}^2$.

Acciones accidentales (A): las acciones accidentales no se incluirán en la combinación de cargas permanentes y variables en condiciones normales. Para una situación excepcional se incluirá en la fórmula de combinación de acciones como otro sumatorio más. Se tienen en cuenta para verificaciones independientes. Las principales acciones accidentales que se deberán tener en cuenta son las relativas a seísmos o incendios. En este caso no consideraremos las acciones provocadas por seísmos, y en consiguiente no aplicaremos las soluciones estructurales relativas a este aspecto puesto que el coeficiente de peligrosidad sísmica en Marín tiene una aceleración sísmica $a_b < 0,04$ y el efecto se considera despreciable [23]. Particularmente, para espacios destinados a la circulación y aparcamiento de vehículos se debe tener en cuenta las acciones accidentales por impacto de vehículo. Esta acción se generalizará para vehículos de 30 kN como máximo y será de valor 50 kN. Será una fuerza horizontal situada a 0.6m por encima de la superficie de rodadura.

Combinación de las acciones: se plantea una ecuación para cada una de las diferentes posibilidades que puedan resultando, considerando en cada posibilidad una acción variable como acción variable destacada, y asignando coeficientes de seguridad a todas las variables dependiendo de su estado favorable o desfavorable definido por la resistencia de materiales tal como se muestra en las tablas del DB SE-AE [28]. La ecuación por lo tanto queda definida de la siguiente forma:

$$\text{Combinación}_n = \Sigma(G_n \times \gamma_G) + q \times \gamma_q + \Sigma(Q_n \times \gamma_Q \times \Psi_q)$$

- G_n cargas permanentes
- γ_G coeficiente de seguridad parcial para una acción permanente
- q acción variable elegida como acción variable destacada para esa combinación.
- γ_q coeficiente de seguridad parcial para la acción variable destacada
- Q_n las demás acciones variables
- γ_Q coeficientes de seguridad parciales del resto de acciones variables
- Ψ_q coeficiente de simultaneidad. Hay acciones variables que se desprecian al establecer otra como acción variable destacada.

3.2.1.2 Cimentación de un aparcamiento en alturas en la ENM

La cimentación tiene como objetivo contribuir a la capacidad portante, y aptitud para el servicio del edificio a través de elementos de cimentación que hacen firme los elementos estructurales al terreno [29]. Para un edificio como el que se pretende diseñar, la base de cálculo se basará en los estados límites últimos y de servicio, además los cálculos deben ir acompañados de las correspondientes verificaciones teniendo en cuenta todas las acciones que actúan sobre la edificación y por consiguiente sobre los elementos estructurales de la cimentación. Por ello tendremos en cuenta las cargas del peso propio, las cargas sobre el propio terreno y las cargas que actúan desde el interior del terreno.

Para plantear un diseño de cimentación es necesario recurrir a información de las características del terreno de la parcela donde se emplazará la edificación. En el caso del diseño que se desea proponer este estudio será necesario puesto que no se tiene la información reciente suficiente de las parcelas de los edificios limítrofes. En cualquier caso se calificará la edificación de este aparcamiento en alturas como edificio de tipo C-2 según la normativa [29] para los cuales se debe elaborar un informe del terreno que determine el tipo de cimentación. Para el caso en cuestión, se sabe que es un edificio que se va a emplazar en la Escuela Naval Militar de Marín (Pontevedra) donde gran parte del suelo es de relleno, además es un recinto contiguo al mar y todas las posibles zonas de emplazamiento ya están pavimentadas con adoquín o con algún tipo de cimentación de apoyo al resto de edificios. Por estos motivos se califica el terreno que se desea cimentar como terreno desfavorable.

Como el terreno es desfavorable y además por experiencias en el recinto como vemos en la Imagen 3-7, se sabe que la profundidad es mayor a ocho veces el diámetro de los elementos de cimentación (en el caso del edificio de nueva construcción de investigación y laboratorios del CUD), se entiende que la cimentación superficial no es viable y se opta por cimentación por grupo de pilotes. Esto se debe a las condiciones del terreno presentadas y por el tipo de uso del edificio sabiendo que se va a someter a cargas elevadas por la acción de los forjados y vehículos mayoritariamente, se considera a modo constructivo el tipo de cimentación más adecuado.



Imagen 3-7 Cimentación por micropilotes hormigonados in situ en la ENM (Fuente: [27])

Cimentación por grupo de pilotes: se realizan pilotes para cada pilar de la estructura, éstos por su proximidad o relación estructural se unen con elementos estructurales horizontales para proporcionar más estabilidad. Esta unión la realizaremos mediante vigas riostras, de atado o de cimentación uniendo los diferentes encepados de los pilotes. Las soluciones constructivas de cimentación será optar o por pilotes por fuste o por pilotes por punta del estilo de la Imagen 3-8.

Los pilares de los aparcamientos suelen tener secciones cercanas a los 1200 cm^2 [24], por lo que se tendrá que dimensionar unos pilotes con una superficie acorde con el tamaño de los pilares de la estructura que van a soportar. Su longitud va a depender de las características del terreno, el número de pilotes empleados y la sección seleccionada, como se puede ver en la Imagen 3-9.

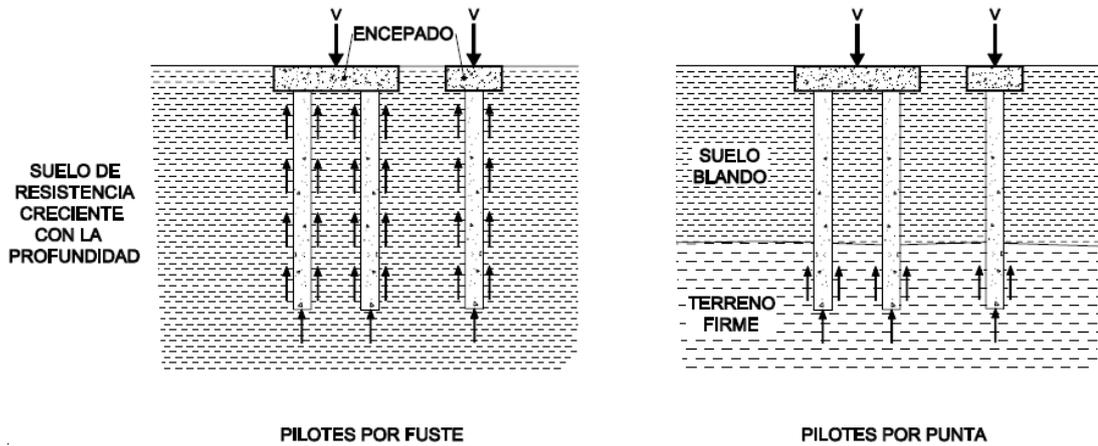


Imagen 3-8 Cimentación de pilotes por fuste y por punta (Fuente: [29])

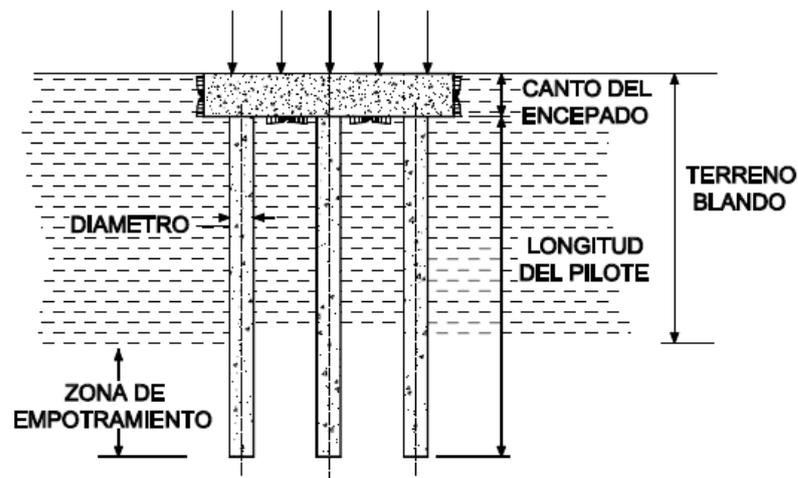


Imagen 3-9 Estructura típica de cimentación por pilotes (Fuente: [29])

Solera de asiento: además de la cimentación por pilotes unidos con vigas de cimentación se considera conveniente cubrir la parcela de una solera de 10 cm de ancho como mínimo según normativa [29]. La solera es una capa de hormigón de regulación que actúa como hormigón de limpieza, crea una superficie plana y de apoyo y es buena cuando hay suelos permeables o húmedos.

Consideraciones para la estabilidad global de la cimentación: las principales consideraciones a tener en cuenta en el diseño de una cimentación son:

- Hundimiento: se causan asientos desproporcionados a causa de excesiva carga vertical sobre la cabeza del pilote, que vencen la resistencia del terreno. Se establece la condición mínima con la siguiente ecuación.

$$R_{cd} = R_{ck} / \gamma_R$$

- R_{cd} es la resistencia al hundimiento.
 - R_{ck} es la carga de hundimiento.
 - γ_R es el coeficiente de seguridad.
- Rotura por arrancamiento: son las cargas que producen el fallo entre la cimentación y el terreno, despegándose el pilote de éste. Se produce rotura por el encepado o cabeza de pilote.
 - Rotura horizontal o vuelco: excesivas cargas que provocan deformaciones en la estructura que afectan a los pilotes, estas cargas provocan el vuelco de éstos. Se soluciona con pilotes profundos o con unión estructural de los diferentes grupos de pilotes mediante vigas de cimentación.
 - Otras consideraciones para la estabilidad: el cálculo de la cimentación también debe tener en cuenta otras situaciones, como la influencia de edificaciones cercanas, la expansividad del terreno, el efecto de las heladas, posibles desprendimientos o incluso la probabilidad de colapso.

3.2.2 Seguridad en caso de incendios

La aplicación del Documento Básico de Seguridad en Caso de Incendio [12] tiene como finalidad reducir el riesgo de poder sufrir daños personales y materiales a casusa de incendio. Para ello habrá que tener en cuenta peculiaridades del propio proyecto pero también en la construcción, en el uso del edificio y de su mantenimiento.

3.2.2.1 Propagación interior y exterior

El proyecto deberá tener en cuenta la resistencia al fuego de los elementos separadores de compartimentación, es necesario definir los diferentes sectores de incendio que para un edificio de uso exclusivo para aparcamiento estos sectores serán los que conectan los diferentes espacios, será necesario implementar vestíbulos de independencia puesto que la superficie excede de 100 m².

En el caso de los elementos separadores interiores como puertas, paredes y techos deberán tener una resistencia al fuego de EI-120 específico para edificio de aparcamientos con plantas sobre rasante con altura de evacuación < 15 m. Los edificios de aparcamientos se consideran de uso con riesgo especial puesto que deberá tenerse en cuenta la resistencia al fuego de revestimientos de techos y paredes (B-S1-d0) y de suelos (B_{FL}-S1). Además se tendrá en cuenta que el paso de instalaciones (cableado o tuberías no penetrantes) entre compartimentos de una misma planta se haga a través de un área inferior o igual a 50 cm².

Para el caso de la propagación exterior se intentará proponer soluciones constructivas que impidan el paso vertical de las llamas con elementos salientes tipo alféizar.

3.2.2.2 Evacuación y salida al exterior

En función de la superficie útil del edificio y en relación a su uso es necesario estimar una densidad de población típica para programar y diseñar los elementos y planes de evacuación necesarios. En un espacio de aparcamientos se asume una densidad de población de una persona por cada 15 m² asumiendo las peculiaridades asociadas a la actividad prevista.

Para un edificio que disponga más de una salida al exterior los recorridos de evacuación no podrán ser superiores a 50 m, para el emplazamiento seleccionado nunca se superará este límite. Para tener en cuenta qué medios de evacuación son necesarios se tendrá en cuenta la situación más desfavorable incluso se puede asumir la hipótesis de bloqueo de algunos de los medios, debiéndose tener en cuenta recorridos alternativos de evacuación [30].

Algunas de las dimensiones específicas de los elementos de evacuación que hay que tener en cuenta son: puertas >0,6 m y pasillos y rampas >1 m. Se diseñará la escalera del módulo de evacuación de estilo “escalera protegida” en sentido ascendente y descendente, de tal manera que sea una escalera de trazo continuo suficientemente segura para permanecer en su interior durante un periodo determinado de tiempo en caso de incendio con riesgo mínimo, deberá contar con vestíbulos de independencia y ventilación natural o por conductos independientes además del sistema de presión diferencial. Para un edificio de entre 4 a 6 plantas, como pretendemos que sea el diseño en cuestión, para una anchura de escalera entre 1 y 1,2 m se asumirá una máxima ocupación de 438 personas en todo el módulo de la escalera [12]. Las puertas deben abrirse en sentido de la evacuación, su dispositivo de apertura debe ser rápido y ágil y no deben contar con sistema de llave. Todos los elementos involucrados en el proceso de evacuación deben ir debidamente señalizados [31].

Si no se considera el edificio como “aparcamiento abierto” deberá contar con los sistemas de ventilación y extracción forzada adecuadas para este uso. El diseño que se propone tendrá la consideración de aparcamiento abierto aunque se reservarán espacios para la implementación de equipos de ventilación y extracción forzada que apoyen a la evacuación de humos en caso de incendios así como el resto de gases tóxicos que puedan concentrarse en el ambiente.

Puesto que la superficie de uso se prevé superior a 1500 m² deberá especificarse el plan de evacuación de personas con discapacidad en los documentos oficiales del edificio.

3.2.2.3 Instalaciones de protección contra incendios

El diseño deberá tener en cuenta las especificaciones del “Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios” [32]. Algunas de estas instalaciones son: extintores portátiles cada 15 m, bocas de incendio equipadas para zonas de riesgo alto, sistema de detección de incendios e hidrantes exteriores puesto que la superficie construida estará entre los 1000 m² y los 10000 m². Además todas las instalaciones deberán ir correctamente alumbradas y señalizadas [33] [31].

3.2.2.4 Intervención de los bomberos

Para la aproximación de los vehículos de los bomberos es necesario tener una anchura mínima de 3,5 m y 4,5 m de altura libre. Para edificios de hasta 15m de altura el vehículo de bomberos se puede tener que apartar hasta 23 m para poder acceder a todas las partes del mismo con facilidad. Para facilitar el acceso de los bomberos al edificio, la fachada debe disponer de huecos con alféizares para acceder desde el exterior. Las dimensiones de estos espacios deben ser como mínimo de 0,8 m de ancho y a una distancia al suelo de la planta de 1,2 m de máximo siempre que sea posible [12].

3.2.2.5 Resistencia al fuego de la estructura

Para edificio de uso exclusivo de aparcamiento de menos de 15 m, como se pretende que sea nuestro diseño, la resistencia al fuego mínima de los elementos estructurales será de R90, atendiendo además a las soluciones estructurales de proyectos similares [25].

3.2.2.6 Justificación de la puesta en obra

Es necesario justificar todos los elementos de obra que se van a emplear antes del comienzo de la obra de tal manera que se justifique que cumplen los requerimientos y características necesarias de resistencia estructural en caso de incendios. Esta comprobación es competencia del Ministerio de Industria, Energía y Turismo (MINETUR), que tiene como objetivo comprobar el marcado CE de los productos de obra [34]. La verificación consiste en la comprobación de una serie de documentos: reconocimiento del Ministerio de Fomento, escrito de solicitud de reconocimiento del fabricante, reconocimiento de informes de ensayo y clasificación, documentos de acreditación oficial e informes acreditativos de laboratorios españoles.

3.2.3 Acceso y utilización

El diseño que se proponga deberá cumplir las especificaciones que el Documento Básico de Seguridad de Utilización y Accesibilidad [13] plantea para el uso específico de edificios de aparcamientos. El propósito de las reglas y procedimientos del documento es reducir los límites de riesgo aceptable para todos los usuarios del edificio sin discriminar en uso y acceso a las personas con discapacidad. Se aplicarán en el ámbito de las instalaciones, actividades que se desarrollan en su interior y durante los procesos de mantenimiento. Además del estudio de los riesgos por impacto, atrapamiento y aprisionamiento se deberá atender las siguientes situaciones:

3.2.3.1 Riesgo de caídas

El primer factor para reducir el riesgo de caídas es tener en cuenta el tipo de suelo que se implante en el diseño con el objetivo de reducir su resbaladicidad [35], se procurará plantear soluciones de diseño con suelos que se consideran seguros como adoquinado de hormigón, baldosas de hormigón, bordillos de hormigón o en general suelos clasificados como R11. Además se deberá cumplir con los valores de resistencia al deslizamiento según el tipo de zona del edificio. De acuerdo a la Tabla 3-1 de resistencia al deslizamiento, para espacios interiores secos llanos deberá contarse con suelo tipo 1 (tipo 2 si son espacios húmedos) y para rampas y escaleras suelo tipo 2 (tipo 3 si se encuentran en espacios considerados húmedos).

Resistencia al deslizamiento R_d	Clase
$R_d \leq 15$	0
$15 < R_d \leq 35$	1
$35 < R_d \leq 45$	2
$R_d > 45$	3

Tabla 3-1 Clasificación de suelos según resbaladicidad (Fuente: [13])

Otro factor importante ante el riesgo de caídas son las discontinuidades en el pavimento, que para zonas de tránsito peatonal no deberá haber espacios indeseados por los que cupiera una esfera de 1,5 cm de diámetro. Para evitar caídas al vacío, para edificios de más de 6 m será imprescindible una barrera de 1,1 m de alto como mínimo. Para el uso seguro de escaleras se deberá instalar barandillas de cómo mínimo 0,9 m. Para su uso cómo y seguro, las escaleras serán de 0,8 m de ancho por tramo como mínimo. Si se dispone de ascensor los tramos podrán salvar hasta un máximo de 3,2 m de altura. Las mesetas de cambio de tramo en una escalera tendrán una longitud mínima de 1 m de espacio libre de obstáculos como se muestra en la Imagen 3-10.

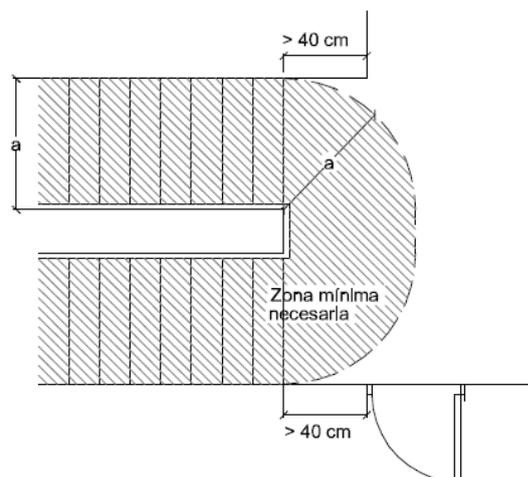


Imagen 3-10 Cambio de tramo de escalera con meseta (Fuente: [13])

Se definirán los espacios de vehículos y personas con itinerarios accesibles donde no se admiten escalones para el acceso a ascensores, con vestíbulos libres de obstáculos en un diámetro de 1,5 m, dejando 1,2 m de ancho para pasillos y puertas >0,8 m de ancho y manteniendo la resistencia a la deformación del pavimento.

3.2.3.2 Iluminación de accesos y superficies

Para zonas de aparcamientos interiores se especifica un mínimo de 50 lux a nivel de suelo.

El alumbrado de emergencia es obligatorio al tratarse de un edificio pensado para ser usado por más de 100 personas además de ser su uso específico un aparcamiento de más de 100 m². Será obligatorio el alumbrado en las señales de emergencia y en los elementos involucrados en el itinerario accesible y de evacuación [31].

3.2.3.3 Riesgo causado por vehículos en movimiento

Los espacios destinados a la circulación y aparcamiento de vehículos como es el caso del aparcamiento del presente trabajo, deben ir regulados según el Código de Circulación, es necesario establecer el sentido de circulación y la localización de las salidas, además la velocidad máxima de circulación será de 20 km/h y debe haber elementos que adviertan de la presencia de peatones en las inmediaciones de las salidas de los vehículos como por ejemplo espejos convexos exteriores.

Se deberá tener especial cuidado con la protección de los recorridos de los peatones tanto en el interior como en el exterior del edificio.

3.2.3.4 Accesibilidad

La accesibilidad a plazas de aparcamiento en un espacio superior a 100 m² (como el que se pretende diseñar) y de carácter público debe ser de carácter “accesible”, que incluye las facilidades y derechos de uso a personas discapacitadas. Por lo tanto se deberá implementar rampas accesibles para minusválidos (si fuera necesaria), ascensores accesibles para minusválidos, y entradas accesibles al edificio para minusválidos. En términos de números, será necesario una plaza accesible para silla de ruedas cada 50 plazas de aparcamiento o fracción proporcional según la última modificación del documento regulatorio [13].

En términos generales, para un aparcamiento de uso público de superficie superior a 100 m² se tendrá en cuenta en todo caso las entradas al edificio accesibles, itinerarios accesibles, ascensores accesibles, plazas de aparcamiento accesibles, servicios higiénicos de uso general accesibles si se implementan.

3.2.4 Protección frente a ruido

La aplicación del DB HR Protección Frente al Ruido [15] tiene como objetivo cumplir con las reglas y procedimientos que intentan limitar la contaminación acústica (exceso de ruido que altera las condiciones normales) en la edificación, según la Ley del Ruido y lo estipulado en los diferentes apartados de la LOE [8] [10]. El diseño del edificio tiene que justificarse cumpliendo con los límites de aislamiento acústico (transmisión de ruidos aéreos y estructurales) y de acondicionamiento acústico (ambiente sonoro interior).

Sin embargo, para el presente diseño, no se contempla la aplicación del CTE en aspectos de protección frente al ruido puesto que todos los emplazamientos posibles dentro de la ENM no tienen edificios colindantes en sentido vertical ni horizontal. Los emplazamientos posibles no comparten envolvente con otras unidades de uso residencial, hospitalario, administrativo o docente, por lo que aunque no se contemple la aplicación de la normativa del DB HR, se tratará de aplicar las soluciones estructurales y medidas convenientes para reducir la transmisión de ruido al exterior desde el aparcamiento, teniendo en cuenta que su uso se caracteriza por la constante circulación de vehículos y lo que ello supone.

3.2.4.1 Limitación de la emisión de ruidos

Para el diseño del aparcamiento se considerará la solución simplificada de protección frente a ruido que consiste en la disposición interior de elementos de separación vertical tipo tabiquería y fachada y de elementos de separación horizontal tales como cubiertas o forjados como vemos en la Imagen 3-11 [36].

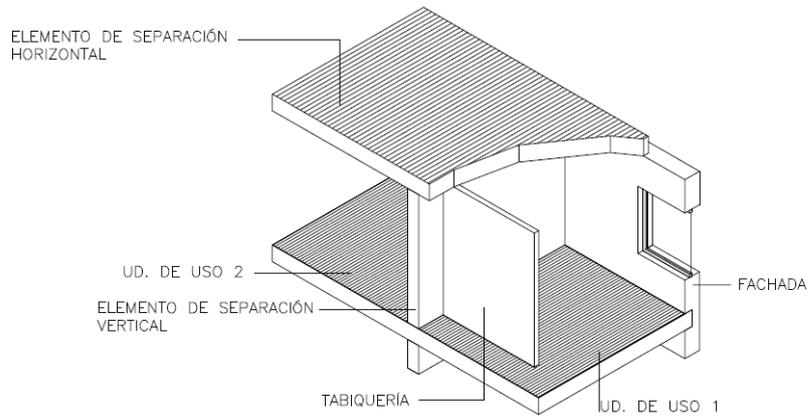


Imagen 3-11 Elementos constructivos de la opción simplificada (Fuente: [15])

Con la opción simplificada no es necesario realizar cálculos, únicamente hay que elegir aquellos elementos constructivos adecuados recogidos en tablas y en el “Catálogo de Elementos Constructivos” [36]. Esta solución se propone a mayores, puesto que para el caso del diseño que se desea proponer, no se contempla la aplicación de una norma específica de protección frente al ruido.

Elementos de separación verticales: para la opción simplificada se tienen en cuenta los elementos constructivos considerados como tabiquería. Para el diseño del aparcamiento en la ENM se propone elementos de separación vertical Tipo 1 como se muestra en la Imagen 3-12.

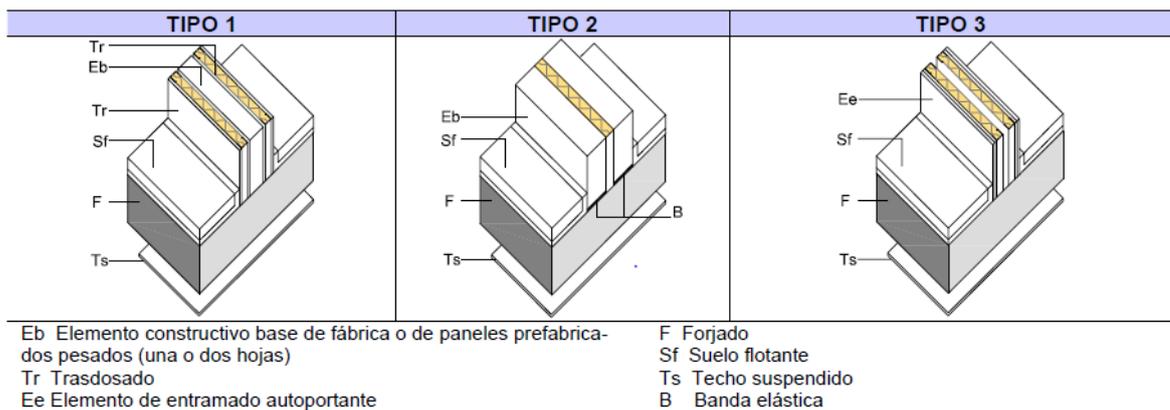


Imagen 3-12 Tipos de elementos de separación vertical apoyado sobre forjado (Fuente: [15])

Elementos de separación horizontal: para la opción simplificada se tienen en cuenta fachada, cubierta y forjado ya que actúan como elementos de transmisión de ruido y vibraciones, como se puede ver en la Imagen 3-13. Será aplicable en forjados homogéneos de hormigón macizo tipo losa y por el contrario, no se aplicará para elementos horizontales tipo viga.

En cualquiera de las soluciones de elementos constructivos que se seleccionen como parte de la opción simplificada, se debe asumir la situación más desfavorable tanto para el ruido aéreo y de impactos como para el emitido al exterior.

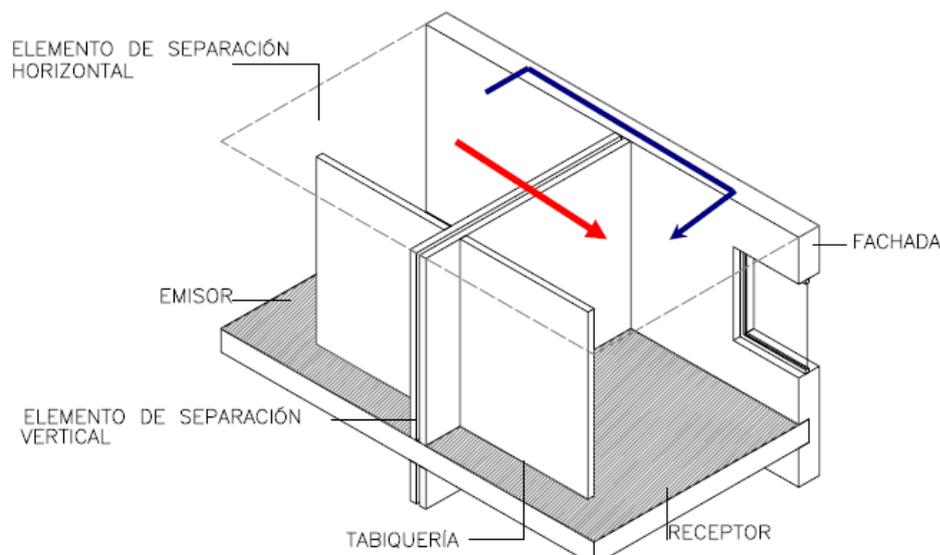


Imagen 3-13 Trasmisión indirecta de ruido interior a través de forjado y fachada (Fuente: [36])

3.2.4.2 Control de la obra terminada

Se seguirán las comprobaciones pertinentes dictadas por los documentos legales vigentes [8]. Estas comprobaciones se harán para el ruido acústico aéreo y de impacto según las UNE EN ISO 140-4 [37], UNE EN ISO 140-5 [38] y UNE EN ISO 140-7 [39]. Para el control del tiempo de reverberación (tiempo que se requiere en un espacio cerrado para que un sonido en una frecuencia determinada disminuya 60 dB después de haber cesado la fuente) se seguirá la UNE EN ISO3382 [40].

3.2.5 Salubridad

Desde la entrada en vigor del CTE, es fundamental aplicar en el diseño de una nueva edificación las especificaciones del DB de Salubridad en materia de higiene, salud y protección del medio ambiente. Las reglas y procedimientos de este DB tratan de reducir los límites admisibles de riesgo de enfermedades o molestias de los usuarios y el deterioro de los edificios [14].

3.2.5.1 Protección frente a la humedad

Es necesario adoptar soluciones de diseño para proteger al edificio del contacto con el aire exterior y aplicar los grados de impermeabilidad necesarios en el proyecto en cuestión.

Fachadas: su diseño adoptará la forma y estructura adecuada para impedir el paso de las precipitaciones y demás influencias meteorológicas en el interior del edificio. El grado de impermeabilización mínimo que habrá que poner será teniendo en cuenta las tablas del DB SE-AE [28] donde se especifica que el emplazamiento de este aparcamiento corresponde a un terreno Tipo 1. Además dicho emplazamiento se sitúa en una zona geográfica B, y siendo la altura estimada del edificio < 15 m la exposición al viento será de V3 y V2 atendiendo al criterio de zona eólica. Además siendo una zona pluviométrica II [14], el grado de impermeabilización de la fachada del edificio de aparcamientos propuesto deberá ser de 4. La protección frente a la humedad de las fachadas debe implementar recubrimientos para el encuentro entre fachada y forjado y entre fachada y pilares. El mantenimiento de la fachada exige comprobaciones de humedades y manchas en el revestimiento como mínimo cada 3 años y comprobaciones de deformaciones en la fachada cada 5 años.

Habrà que considerar soluciones de impermeabilización entre las uniones de los muretes perimetrales y el resto de la fachada como se muestra en la Imagen 3-14 si forman parte del diseño. Si se establecen cerramientos tipo muros formado por bloques prefabricados de hormigón, deben ser hidrofugados y de mortero hidrófugo. La impermeabilización de éstos se hará mediante lámina impermeabilizante o mediante aplicación directa in situ de líquidos acrílicos o resinas sintéticas.

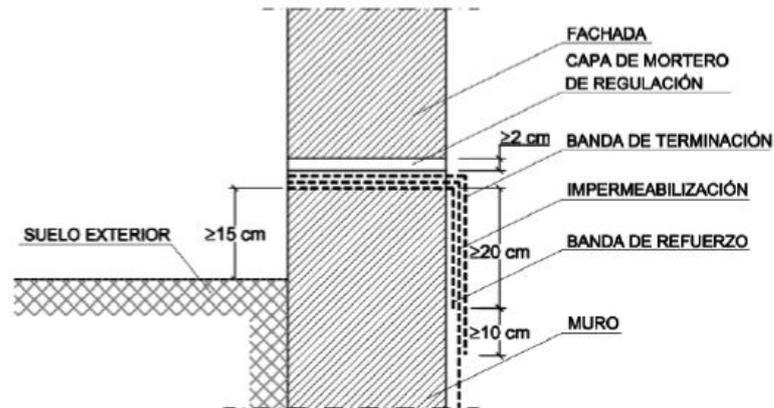


Imagen 3-14 Ejemplo de encuentro muro-fachada (Fuente: [14])

Cubierta: para cubierta plana sin techo cuyo uso es de aparcamiento y circulación de vehículos transitable para peatones es necesario una pendiente del 1,5% como medida para la evacuación de aguas pluviales además de la incorporación de canalones, sumideros y rebosaderos como sistemas de recogida de aguas básicas. Además es necesario instalación de barrera contra vapor, capa separadora, aislante térmico, impermeabilización y capa de protección. La revisión de filtraciones por fisuras y grietas es anual, al igual que la limpieza de los elementos de desagüe instalados.

En cualquier caso, se pretende diseñar un edificio abierto al exterior, por lo que habrá que incidir de forma especial con soluciones anti humedad en aquellas zonas cercanas a los huecos que forme la fachada con el exterior, para evitar acumulaciones de agua y la traspiración de esta al resto de las capas estructurales.

3.2.5.2 Calidad del aire interior

La solución que se adopte para la ventilación del aparcamiento tiene que cumplir un mínimo de 120 l/s de aire respirable continuo. Se pretende que el diseño del aparcamiento cuente con ventilación natural puesto que se propone un diseño estructural de fachadas abiertas, como típicamente se hace en edificios de aparcamientos en altura situados en el exterior. Aún así se puede establecer un sistema de ventilación mixta que combina la ventilación natural con la ventilación mecánica o forzada que proporcione un reparto uniforme de aire respirable, así como una extracción de humos y gases provenientes de los vehículos o de situaciones de emergencia en caso de incendio si fuera necesario. En esto último, el diseño de ventilación propuesto debe cumplir todos los requerimientos de seguridad en caso de incendios [12].

3.2.5.3 Recogida y evacuación de residuos

Toda nueva edificación tiene que contemplar la necesidad de implantar contenedores para la acumulación y retirada de residuos que se puedan generar por el uso del edificio. Los contenedores de residuos y zonas habilitadas para este fin deben ser limpiados con una periodicidad de 3 días con el objetivo de mantener el edificio y sus instalaciones en perfecto mantenimiento y limpieza. Todas las medidas que se puedan tomar en materia de gestión de residuos y protección del medio ambiente van en consonancia con la política medioambiental de la Escuela Naval Militar y la normativa de certificación de Sistemas de Gestión Ambiental ISO 14001, donde al certificarse, La ENM tiene autorización de instalar carteles como el de la Imagen 3-15 [41].



Imagen 3-15 Cartel de certificación ISO 14001 en la Escuela Naval Militar (Fuente: fotografía propia)

3.2.6 Ahorro energético

Para los edificios de nueva construcción el CTE promulga una serie de reglas y procedimientos con el fin de aplicar medidas de ahorro energético y sostenibilidad de acuerdo a los requerimientos de protección medioambiental [41] y de ahorro de recursos [16].

3.2.6.1 Limitación del consumo energético

El edificio de nueva construcción de aparcamientos que se propone debe estar convenientemente acondicionado, su diseño proponerse para que tenga un mínimo consumo energético posible. Por esta razón se debe cumplir los límites de consumo energético. El consumo energético de energía primaria no renovable no debe sobrepasar el límite establecido en la siguiente fórmula:

$$C_{ep,lim} = C_{ep,base} + F_{ep,sub} / S$$

- $C_{ep,lim}$: valor límite de consumo energético de energía primaria no renovable al año según superficie útil.
- $C_{ep,base}$: valor base del consumo energético de energía primaria no renovable según la ubicación y su clasificación de zona climática en invierno.
- $F_{ep,sup}$: factor corrector.
- S : superficie útil del edificio en m^2 .

Según el DB de Ahorro de Energía [16], Pontevedra, provincia donde se encuentra el emplazamiento del aparcamiento, pertenece a la zona climática de invierno C1 y le corresponde un $C_{ep,base}$ de 50 [$kW \cdot h/m^2 \cdot año$] y un $F_{ep,sub}$ de 1500.

Se entiende como Energía Primaria: Energía Primaria = Energía Final + Pérdidas en Transformación + Pérdidas en Transporte.

Además las medidas de justificación de limitación del consumo energético deben contener descripción y disposición de los servicios técnicos, el procedimiento de cálculo empleado, la demanda energética de los diferentes servicios y los rendimientos que se consideren. Para conseguir un consumo energético sostenible y eficiente se debe considerar la implantación de paneles fotovoltaicos, cuyo estudio y emplazamiento no es objeto del presente trabajo.

3.2.6.2 Eficiencia Energética de las Instalaciones de Iluminación

Los edificios de uso exclusivo para aparcamiento y circulación de vehículos tienen un específico Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI) (que es el valor que mide la eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona de actividad diferenciada medida en W/m^2 por cada 100 lux), y un valor específico por unidad de lámpara o equipo auxiliar de Potencia Máxima Instalada.

$$VEEI_{\text{aparcamiento}} = 4$$

$$P_{\text{max,aparcamiento}} = 5 \text{ W/m}^2$$

3.3 Construcción de nuevos edificios en la ENM

Todo edificio de nueva construcción en la ENM es aprobado y promovido por la Subdelegación General de Proyectos y Obras de la Dirección General de Infraestructuras dependiente del Ministerio de Defensa. La Autoridad de la ENM actuando como promotora del proyecto deberá acordar una serie de requisitos con la constructora encargada del proyecto. Estos requisitos deben aparecer en el contrato de acuerdo al pliego de condiciones.

En primer lugar, para realizar un proyecto de estas características en la Escuela Naval Militar es necesario que ambas partes cumplan una serie de requisitos de la Coordinación de Actividades Empresariales “CAE”, acorde con lo publicado en el Real Decreto 171/2004 de 30 de enero de 2004 [42], en asuntos de Prevención de Riesgos Laborales y coordinación entre empresas. Esta normativa está enfocada a la aplicación coherente y responsable de los principios de la acción preventiva, la aplicación adecuada de los métodos de trabajo y del control de las diferentes actividades teniendo especial importancia lo relacionado con la seguridad y salud de los trabajadores implicados en la obra. Además se exige que si en el centro de trabajo están operando más de dos empresas, sus trabajadores deben cooperar en la exigencia del cumplimiento de la presente normativa. Los responsables de todas las partes participantes en la obra deben poner en conocimiento de los trabajadores los posibles riesgos o información relevante de las actividades que estén desempeñando los trabajadores de las otras empresas.

En relación a la seguridad en las obras de nuevas edificaciones, el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene perteneciente al Ministerio de Fomento publica una serie de Notas Técnicas de Prevención (NTP) que también son guías de buena práctica en materia de PRL para todas las partes implicadas en el proyecto, como por ejemplo la de la Imagen 3-16. Para tal efecto, en la ENM se aplicarán la NTP 918 y NTP 919 [43] [44].



Imagen 3-16 Obligaciones del empresario titular según NTP 918 (Fuente: [43])

La coordinación entre las diferentes áreas de la obra es fundamental para asegurar que se cumplen las diferentes normas que afectan a la integridad de los trabajadores, se deban aplicar medios como los de la Imagen 3-17. Estas Notas Técnicas también proporcionan consejos sobre cómo debe ser esta coordinación y cómo se establece una buena comunicación para la realización de los trabajos.



Imagen 3-17 Medios de coordinación propuestos por la NTP 919 (Fuente: [44])

En la construcción de edificios es necesario disponer de recursos preventivos, personas específicas que adquieran la responsabilidad del cumplimiento de normativa PRL u otros métodos (coordinador de las actividades preventivas). Se requiere de estos recursos cuando las actividades sean altamente peligrosas o agravadas por otros factores, cuando se requiera algún tipo de inspección o cuando surjan riesgos especiales. Será responsabilidad de la parte contratista y deberá reflejar dichas medidas en el Plan de Seguridad y Salud. De acuerdo con esta normativa se entenderá como infracción grave en asuntos de seguridad de los trabajadores las acciones que no contemplen la coordinación y cooperación para la protección y prevención de riesgos laborales, incluyendo la negligencia de falta de información e instrucción ante situaciones de riesgo. La ENM redactará un informe para dar conocimiento a la constructora de los métodos de coordinación de actividades empresariales utilizados siguiendo el procedimiento PPRL-008 para la prevención de riesgos laborales [45].

Otro requisito de la ENM es la redacción de la entidad correspondiente de un informe sobre materiales peligrosos utilizados en la obra y cumplir las leyes específicas sobre los mismos. Durante la ejecución de la obra es necesario cumplir con el RITE (Reglamento de las Instalaciones Técnicas en los Edificios), de tal manera que no se creen ambigüedades a la hora de usar herramientas, mecanismos de obra o cualquier instalación de obra cuyo uso pueda suponer un riesgo para los involucrados en la misma.

Son requisitos indispensables para poder realizar una obra en el interior del recinto que la empresa en cuestión tenga en vigor el TC2 (Seguridad Social de los Trabajadores), además debe haber una evaluación de riesgos específicos de la actividad que va a desempeñar la empresa contratada. También se exigirá un reconocimiento médico de los trabajadores si corresponde. Por normativa interna las empresas que realicen trabajos en la ENM deberán realizar un registro de la entrega de EPI's (equipos de protección individual). Es obligatorio tener en orden el Seguro de Responsabilidad Civil y la documentación de los diferentes vehículos que deban acceder al recinto con motivo de la obra.

4 VALORACIÓN DE ALTERNATIVAS, SELECCIÓN, DEFINICIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA

4.1 Diferentes alternativas de proyecto

El diseño del aparcamiento comienza con la elección de un emplazamiento óptimo. Necesitamos satisfacer las necesidades descritas en apartados anteriores. Además debemos tener en consideración un espacio suficiente para aumentar el número de plazas de forma clara y debemos justificar la elección en función de la opinión de los encuestados, factores meteorológicos, uso práctico y no interferencia con el normal uso de los espacios de la ENM.

En este capítulo se propondrán tres emplazamientos diferentes indicando sus ventajas e inconvenientes y a continuación se realizará una valoración para seleccionar el más adecuado. Para minimizar errores dimensionales, se han tomado medidas de los diferentes emplazamientos utilizando un odómetro para distancias longitudinales y un telémetro para las alturas.

4.1.1 Emplazamiento en el barrio industrial (ENM)

De los emplazamientos posibles para un edificio de nueva construcción compatible para un aparcamiento en altura, el espacio situado entre el cuartel de marinería y el barrio industrial como se indica en la Imagen 4-1, se considera la primera alternativa. Con unas dimensiones como las que se muestran en la Tabla 4-1 tiene las siguientes ventajas e inconvenientes:

4.1.1.1 Ventajas

- Cumple el espacio mínimo de ancho necesario para instalar plazas, carril de circulación, radio de giro y rampa de acceso (Ancho mínimo: 5m de plaza + 3 m de carril + 4.5 m de radio de giro + 3 m de rampa = 15.5 m) Ancho emplazamiento: 26.05 m.
- No impide el uso de ese espacio para actividades específicas de la ENM.
- Permite un diseño que una la residencia “Virgen del Camino” con el resto de la escuela de tal manera que los vehículos puedan acceder a la misma sin tener que salir del recinto y además usar una entrada y salida de la ENM alternativa para días de congestión de tráfico.
- Se encuentra en una zona más elevada por lo que es posible una mejor cimentación.
- Se sitúa cerca de espacios de trabajo, residencias, cantina y hospital por lo que puede servir de gran utilidad a muchos usuarios de vehículo.

4.1.1.2 Inconvenientes

- Se encuentra lejos alumnos y profesores.
- Muy influenciado por la acción del mar y acciones meteorológicas.

- Este emplazamiento está sobre un aparcamiento de 36 plazas por lo que además de añadir nuevas plazas también estaríamos quitando algunas ya existentes.

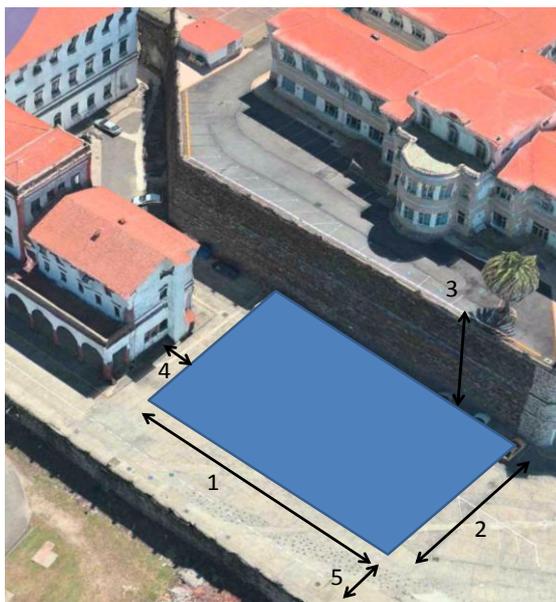


Imagen 4-1 Emplazamiento barrio industrial (Elaboración propia-googleEarth)

	Característica del emplazamiento	Dimensión
1	Largo de la superficie del emplazamiento.	35,55 m
2	Ancho de la superficie del emplazamiento.	26,05 m
3	Altura desde la superficie de emplazamiento hasta superficie de residencia.	11,81 m
4	Ancho del espacio para acceder a la parte de atrás del cuartel de marinería.	3,02 m
5	Ancho del espacio para acceder al resto del barrio industrial.	8,18 m

Tabla 4-1 Medidas del emplazamiento del barrio industrial (Elaboración propia)

Se entiende que con un ancho de 3.02 m y 8.18 m es espacio suficiente para permitir el paso de vehículos a las zonas próximas al emplazamiento. Además con la altura medida nos cercioramos que es posible diseñar un aparcamiento de varias plantas que vaya desde la superficie del barrio industrial hasta la del edificio “Virgen del Camino”.

4.1.2 Emplazamiento en el CASI (ENM)

Otra alternativa posible es el espacio que hay en torno a las instalaciones del CASI, como se muestra en la Imagen 4-2. Este posible emplazamiento, que tiene unas dimensiones como las que se indican en la Tabla 4-2, tiene las siguientes ventajas e inconvenientes:

4.1.2.1 Ventajas

- Se encuentra cerca de los cuarteles de alumnos.
- Espacio cómodo para entrada y salida.
- Cumple con el espacio mínimo de ancho necesario para instalar plazas, carril de circulación, radio de giro y rampa de acceso. Ancho emplazamiento: 22.65 m.

- Se incrementa el número de plazas sin obstruir un emplazamiento para aparcamiento ya existente.

4.1.2.2 Inconvenientes

- Dificulta el uso de instalaciones de adiestramiento en Seguridad Interior.
- Puede dificultar el movimiento de los equipos de seguridad de vuelo cuando están los helicópteros de la sexta escuadrilla.
- Al encontrarse en terreno de relleno ganado al mar, la cimentación es más compleja.
- Está más expuesto a acciones meteorológicas.



Imagen 4-2 Emplazamiento CASI (Elaboración propia-googleEarth)

Característica del emplazamiento	Dimensión
1 Largo de la superficie del emplazamiento.	30,67 m
2 Ancho de la superficie del emplazamiento.	22,65 m
3 Espacio entre emplazamiento y edificio del personal del CASI.	15,35 m

Tabla 4-2 Medidas del emplazamiento del CASI (Elaboración propia)

El largo y ancho de este emplazamiento se ha calculado teniendo en cuenta los elementos de adiestramiento de seguridad interior que se encuentran en la zona. Se intenta situar el emplazamiento interfiriendo lo más mínimamente posible en los espacios destinados para tal actividad. Además se ha considerado dejar espacio para el paso de vehículos contraincendios, apoyo de la UME o de la sexta escuadrilla además para facilitar el movimiento de material de seguridad interior.

4.1.3 Emplazamiento a poniente del edificio Isaac Peral (ENM)

A raíz de los resultados de la encuesta se decide que el espacio que hay a poniente del edificio “Isaac Peral”, como se muestra en la Imagen 4-3, sea la tercera alternativa de emplazamiento. Esta alternativa que tiene unas dimensiones como las que se indican en la Tabla 4-3, tiene las siguientes ventajas e inconvenientes:

4.1.3.1 Ventajas

- Cercano a las aulas, despachos y zonas de trabajo como el nuevo edificio de investigación del CUD.
- No impide el uso de ese espacio para actividades específicas de la ENM.
- Emplazamiento discreto donde una construcción no supondría un cambio en la imagen de la perspectiva tradicional de la ENM.

4.1.3.2 Inconvenientes

- No cumple con el ancho mínimo necesario para un edificio de aparcamientos en altura: $12.022 \text{ m} < 15.5 \text{ m}$. En este emplazamiento no es posible construir un edificio para tal propósito, habría que proponer algún otro tipo de solución como la instalación de cubiertas o marquesinas o ampliar el número de plazas.
- Además este emplazamiento también se encuentra en un espacio ganado al mar de relleno por lo que para soportar las cargas típicas de un edificio para aparcamientos se requerirá una cimentación compleja y profunda.
- Este emplazamiento se encuentra sobre una zona destinada al aparcamiento de vehículos por lo que se tendría que proponer una solución que añadiera más plazas de las que se quitan para que el proyecto tuviera sentido y fuera eficiente.

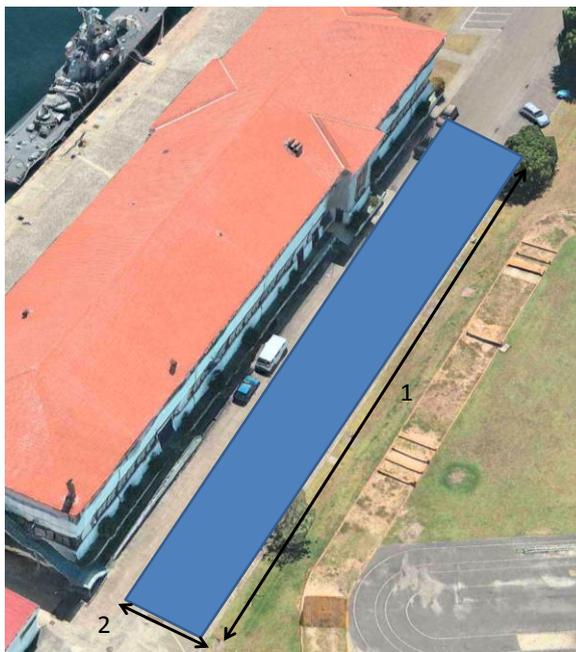


Imagen 4-3 Emplazamiento Isaac Peral (Elaboración propia-googleEarth)

	Característica del emplazamiento	Dimensión
1	Largo de la superficie del emplazamiento.	56,89 m
2	Ancho de la superficie del emplazamiento.	12,02 m

Tabla 4-3 Medidas del emplazamiento del Isaac Peral (Elaboración propia)

El largo se ha tomado teniendo en cuenta las salidas de la cara Oeste del edificio “Isaac Peral”, el emplazamiento del nuevo edificio de investigación del CUD y la conexión peatonal con el muelle “Almirante Vierna”. El ancho es el espacio que hay entre la pista de obstáculos y el edificio “Isaac Peral” teniendo en cuenta las aceras y los espacios para accesos.

4.2 Elección de la alternativa

Para la selección de la opción más adecuada hemos realizado una Matriz de Decisión Simple [46]. Esta matriz funciona con el Criterio de Laplace según el Postulado de Bayes donde no se conocen las probabilidades de los factores condicionantes o estados de la naturaleza influyentes, asignando a todos ellos por esta razón la misma probabilidad, es decir, con la misma importancia. La elección del resultado se hace siguiendo el Criterio Optimista donde la alternativa seleccionada será la de la puntuación más alta. La jerarquización de las alternativas se realiza mediante una ponderación de los diferentes factores entre un valor mínimo de 1 punto y un valor máximo de 3 puntos, sin poderse repetir la distribución de puntos para cada factor. El reparto de puntos para cada factor se realiza mediante juicios de valor de importancia por parte del autor.

	Superficie disponible	Cercanía a usuarios	Contraste con la estética actual	No interferencia con otro uso	Mayor número de accesos posibles	TOTAL
Barrio industrial	3	1	3	3	2	12
CASI	2	3	1	1	3	10
Isaac Peral	1	2	2	2	1	8

Tabla 4-4 Matriz de puntos para la selección del emplazamiento (Elaboración propia)

A la vista de los resultados de la matriz de la Tabla 4-4 y teniendo en cuenta las características de la propuesta de diseño, la problemática y los factores mencionados durante los capítulos anteriores, hemos seleccionado el emplazamiento del barrio industrial como el lugar óptimo para situar el diseño del aparcamiento en alturas en la Escuela Naval Militar, tal y como se muestra en la Imagen 4-4.



Imagen 4-4 Emplazamiento seleccionado (Elaboración propia)

4.3 Descripción técnica de la propuesta

4.3.1 Descripción general

El diseño preliminar se trata de un edificio de aparcamientos en altura para la Escuela Naval Miliar como se muestra en la Imagen 4-5. Se sitúa entre el cuartel de marinería y el barrio industrial tal y

como se muestra en la Imagen 4-5, ocupa una superficie de 730,1 m² sobre la explanada situada en frente del muro de la residencia de suboficiales. Consta de cinco plantas con una superficie total construida de 3.516 m² y permite la conexión mediante la circulación de vehículos entre la ENM y la residencia “Virgen del Camino” donde también se encuentra la enfermería y una capilla además de una salida al exterior del recinto. Ofrece un total de 89 plazas de aparcamiento incluido tres para uso exclusivo de minusválidos, también incluye espacio de aparcamiento para motos, como se indica en la Tabla 4-5.



Imagen 4-5 Vista 3D del aparcamiento (Elaboración propia)

APARCAMIENTO ESCUELA NAVAL MILITAR. DATOS GENERALES						
PLANTAS	SUPERFICIE CONSTRUIDA	PLAZAS	OTROS PARÁMETROS			
			RELACIÓN SC/PL	ALTURA LIBRE	ALTURA PLANTAS	
PLANTA BAJA	730,10 m ² .	16 PLAZAS.	40 m ² /Plaza.	2,65 m.	3,00 m.	
PLANTA PRIMERA	730,10 m ² .	18 PLAZAS.				
PLANTA SEGUNDA	730,10 m ² .	18 PLAZAS.				
PLANTA TERCERA	730,10 m ² .	18 PLAZAS.				
PLANTA CUARTA	595,60 m ² .	19 PLAZAS.				
			TOTAL ALTURA	COTA RESID.	DESNIVEL RESID.	
			12,00 m.	+ 11,50 m.	0,50 m.	
			ESPELOR ESTIMADO FOJADO	SEPARACION CUARTEL MARINERIA	SEPARACIÓN RESIDENCIA S.	
			0,35 m.	7,00 m.	8,50 m.	
			TOTAL PLAZAS DE MINUSVÁLIDOS	3 PLAZAS.	TOTAL ÁREA MOTOS	36,30 m ² .

Tabla 4-5 Características generales del aparcamiento (Anexo de Planos)

La planta baja (Plano 2) se sitúa en la explanada mencionada anteriormente y consta de un acceso bidireccional de dos carriles diferenciados para vehículos de una altura máxima a 2,5 m, consta de varias entradas y salidas peatonales al edificio, un acceso al núcleo de comunicación vertical de ascensor y escalera de emergencia como se puede ver en la Imagen 4-7 y varios locales, técnicos para almacén o maquinaria de ventilación, aseo y garita para punto de control como se ve en la Imagen 4-6.

En la planta baja hay plazas de aparcamiento accesibles para personas discapacitadas o con capacidad de movilidad reducida y espacios exclusivos para motos.



Imagen 4-6 Interior y exterior de la planta baja (Elaboración propia)



Imagen 4-7 Acceso al núcleo de comunicación vertical desde la planta baja (Elaboración propia)

Las plantas primera, segunda y tercera son semejantes por lo que nos referiremos a ellas como “plantas tipo” (Plano 3), como se muestra en la Imagen 4-9. Estas plantas solo disponen de plazas

estándares para el aparcamiento de vehículos y también disponen de un acceso al núcleo de comunicación vertical de ascensor y escalera de emergencia. En la Imagen 4-8 se muestra la circulación interior dentro del aparcamiento con la solución adoptada para salvar los radios de giro mínimos establecidos por el CTE [13].

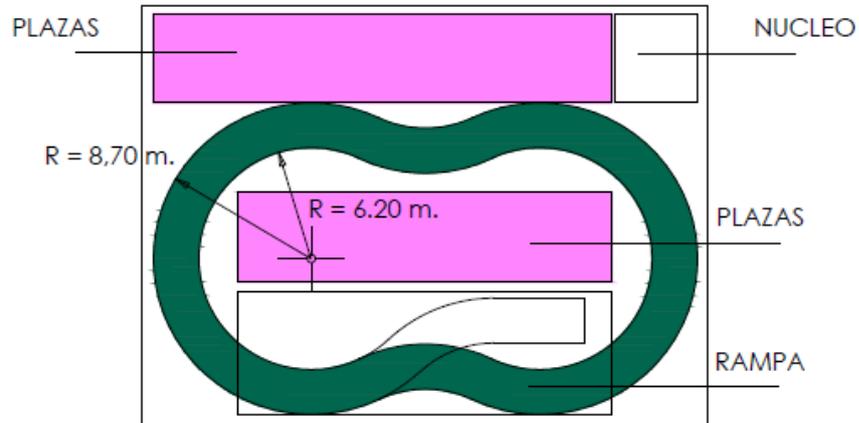


Imagen 4-8 Circulación interior y radios de giro (Elaboración propia)

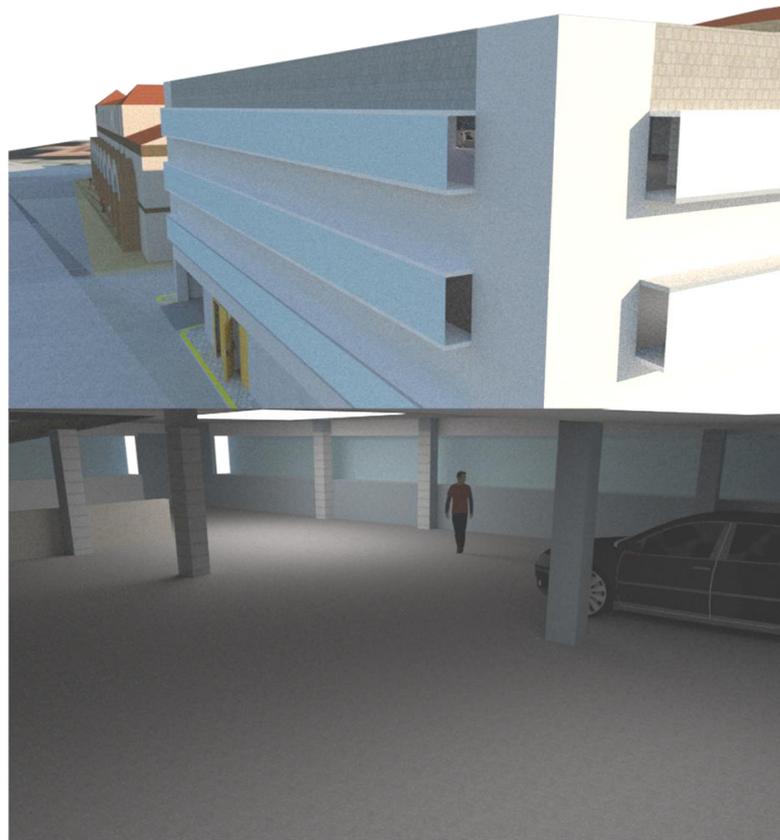


Imagen 4-9 Interior y exterior de una planta tipo (Elaboración propia)

La planta cuarta o superior (Plano 4) es la última planta del edificio, como se puede ver en la Imagen 4-10, consta de plazas de aparcamiento para motos y accesibles para personas con capacidad de movilidad reducida o minusválidos además de un acceso al núcleo de comunicación vertical de ascensor y escalera de emergencia tal y como se ve en la Imagen 4-11. La planta cuarta consta de una rampa de conexión con la superficie de circulación y aparcamiento de vehículos que se encuentra en la parte posterior de la residencia de sub oficiales. Este carril de conexión en rampa es bidireccional con

un solo carril diferenciado. Esta última planta no tiene techo, se encuentra abierta completamente al exterior por lo que funciona como cubierta principal del edificio.



Imagen 4-10 Planta superior (Elaboración propia)



Imagen 4-11 Salida del módulo de comunicación vertical por la planta superior (Elaboración propia)

4.3.2 Estructura y elementos del edificio

La estructura del edificio ha sido seleccionada según varios factores influyentes (proyectos similares estudiados en el Capítulo 2, espacio disponible o decisiones propias), todos ellos convergen en un diseño preliminar de edificio de aparcamientos apto para las necesidades que se plantean en el primer capítulo de este trabajo.

Los factores que han determinado los elementos estructurales, teniendo en cuenta que no se han dimensionado con cálculos, son: sencillez y seguridad (edificio de hormigón armado con elementos fabricados in situ y elementos prefabricados), cumplimiento del CTE (materiales y soluciones

constructivas de acuerdo a las disposiciones legales [7]) y estética y funcionalidad (además de realizar una propuesta de diseño estructuralmente viable, sostenible y relativamente económica se ha intentado aportar una solución personalizada de diseño que encuadre el edificio en el entorno de forma positiva).

Los diferentes elementos estructurales se disponen en dimensión, forma y posición según el Anexo de Planos y de forma detallada en el presupuesto.

4.3.2.1 Cimentación

De acuerdo a lo descrito en el Capítulo 3 de este trabajo, a falta de un estudio previo del terreno y según los requerimientos estructurales para las cimentaciones, se escogen elementos como subbase granular compactada para el apoyo de la solera de espesor 0,3 m, solera de hormigón en masa de 0,2 m de espesor, armada superficialmente con mallado metálico, colocada vertida sobre subbase interponiendo lámina geotextil, incluso cortes de retracción con acabado fratasado mecánicos con adición de áridos extraduros y elementos constructivos de apoyo como encofrados para los diferentes elementos de la cimentación. Además se incorpora hormigón de limpieza para éstos, con profundidad de 0,1 m.

A efectos de confeccionar el presupuesto y por falta de un dimensionado realizado con cálculo estructural que no es objeto de este trabajo, se aportan unas medidas iniciales a modo de ejemplo. Por lo tanto, se escogen los elementos principales de cimentación según las soluciones que encontramos en el generador de presupuestos online *CYPECAD* [47]. Se asumirán pilotes, del estilo a los de la Imagen 4-12, de 15 m de largo con 0,6 m de diámetro por pilar, encepados de 2 x 2 x 2 m y vigas riostras, de atado o de cimentación de dimensiones según sus ejes.

Se ha comprobado con diferentes opciones de *CYPECAD* que para unos rangos de $\pm 0,2$ m de diámetro y ± 5 m de longitud de pilar, la variación máxima del presupuesto está en torno a los 10.000 €, que supone aproximadamente un 1% del presupuesto total, por lo que supondremos el error despreciable para poder aproximar un cálculo presupuestario.



Imagen 4-12 Ejemplo de cimentación como la del diseño (Fuente: [48])

4.3.2.2 Pilares

Los pilares que se han seleccionado para el diseño cumplen los requerimientos estructurales del Capítulo 3 y además están dispuestos de tal forma que aseguren una cierta simetría estructural, que facilite la disposición de las plazas y la circulación de los vehículos en el interior del aparcamiento como se ve en la Imagen 4-13. Los pilares forman luces de entre 7,6 m y 4 m según el Anexo de Planos y se disponen en planta en una distribución longitudinal con numeración del 1 al 5 y una numeración transversal desde la A hasta la E que además facilita la orientación de los usuarios en el

aparcamiento, se detalla en Tabla 4-6. Las dimensiones seleccionadas son típicas para este tipo de construcciones como se ha podido comprobar en el Capítulo 2, además se decide que sean de construcción in situ puesto que van entre forjados de construcción in situ también.

Se ha escogido una sección cuadrada de 40 x 40 cm porque es un valor intermedio entre los que se suelen usar en construcciones similares, y se ha comprobado usando *CYPECAD* que la variación del coste sumiendo un error de ± 10 cm por lado supone una variación aproximada de 8.700 €, que como máximo modificaría el presupuesto total en menos de un 1%, por lo que asumimos el error para poder aproximar un presupuesto.

Elemento	Característica
Pilares	Pilares de hormigón armado con acero corrugado, de sección cuadrada de 0,4 x 0,4 (m) con acabado de caras en liso, y de 2,65 m de longitud entre forjado y forjado.

Tabla 4-6 Pilares usados en el diseño (Elaboración propia)



Imagen 4-13 Pilares y forjado similares a los usados en el diseño (Fuente: [49])

4.3.2.3 Forjados y cubierta

Los forjados y cubiertas son los elementos estructurales horizontales de hormigón principales de la estructura, sobre ellos se carga el peso de los elementos portátiles, personas, vehículos, pilares y estructura superior. Estos elementos deben cumplir con los requerimientos del Capítulo 3 teniendo en cuenta las insonorizaciones, aislamientos e impermeabilizaciones correspondientes para asegurar el cumplimiento de la norma, el mantenimiento del edificio y garantizar la seguridad y acondicionamiento de los usuarios. Los detalles de sus dimensiones, posición y emplazamiento se pueden ver en el Anexo de Planos. El espesor escogido es un valor que cumple con el mínimo de 175 cm para losas macizas de hormigón con resistencia al fuego (REI-240), y a falta de un dimensionado con cálculo estructural, se ha escogido un valor intermedio entre los que típicamente se usan en este tipo de construcciones. En *CYPECAD* obtenemos precio por m² por lo que el espesor que escogemos no influirá en el presupuesto aproximado que se realiza en el Capítulo 5.

Los elementos que se han usado en el diseño son por lo tanto forjados de losa maciza de hormigón armado para las diferentes plantas, la cubierta del estilo de la que aparece en la Imagen 4-13 e Imagen 4-16, y las rampas del estilo a las de la Imagen 4-17. Se detalla en la Tabla 4-7.

Elemento	Característica
Forjado planta tipo	De hormigón armado tipo losa maciza bidireccional de espesor 0,35 m. Acabado fratasado mecánico con adición de áridos extraduros. Sobrecarga de uso 40 N/cm ² , con remates de borde.
Forjado planta cuarta o cubierta	De hormigón armado tipo losa maciza bidireccional de espesor 0,35 m. Acabado fratasado mecánico con adición de áridos extraduros. Sobrecarga de uso 100 N/cm ² , con remates de borde + paquete de impermeabilización.
Forjado de rampa entre plantas	De hormigón armado tipo losa bidireccional de espesor 0,25 m. Acabado fratasado manual y peinado transversal con cepillos de púas de acero. Sobrecarga de 40 N/cm ² . Incluye vigas intermedias y cimentación de arranque.
Forjado de rampa conexión residencia	De hormigón armado tipo losa bidireccional de espesor 0,3 m. Acabado fratasado manual y peinado transversal con cepillos de púas de acero. Sobrecarga de 100 N/cm ² . Incluye cimentación de arranque.

Tabla 4-7 Forjados y cubierta usados en el diseño (Elaboración propia)

La solución estructural se basa en la implementación de la losa de forjado directamente sobre los pilares, como vemos en la Imagen 4-14. La decisión de utilizar losa maciza a pesar de su mayor coste, es la mayor rapidez y facilidad de construcción que si se hubiera escogido un forjado unidireccional o bidireccional prefabricado o in situ. Además la implementación de forjados unidireccionales o bidireccionales (reticulares) exige la colocación de vigas entre los pilares y éstos, que ejerzan como elemento de apoyo. El uso de vigas en la estructura supondría un añadido de 0,4 m por piso por lo que tendríamos: 2,65 m (pilar) + 0,4 m (viga) + 0,35 m (forjado), que son 3,4 m por planta, como se muestra en la Imagen 4-15.

Si lo que planteamos en el diseño es conseguir que la última planta del aparcamiento consiga conexión mediante rampa con la superficie de la residencia que está a una cota de 11,8 m, con la solución que incluye vigas solo se podrían obtener 3 plantas además de la planta baja porque la pendiente necesaria para la rampa de conexión sería inadmisibles (>18%) para una planta más.

Con la solución propuesta (2,65 m de pilar + 0,35 m de forjado por planta) podemos añadir otra planta más y así conseguir más plazas de aparcamiento, que forma parte de los objetivos del diseño.

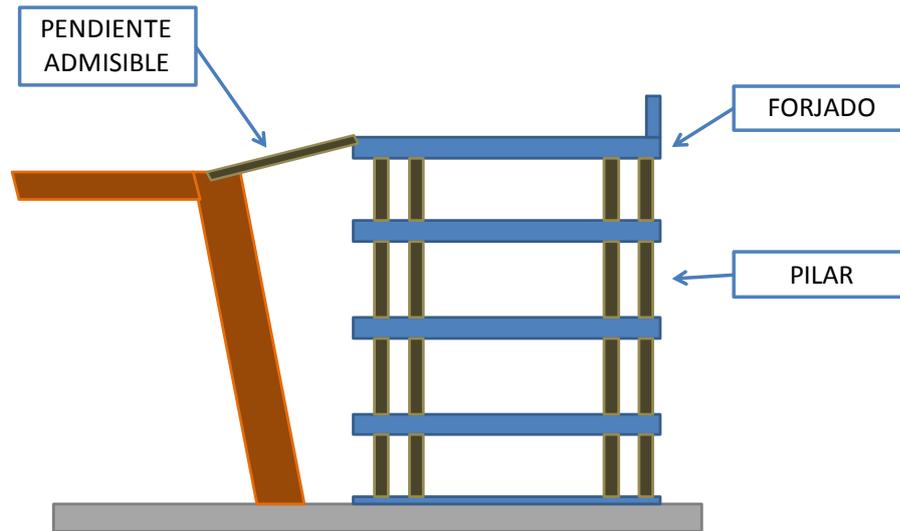


Imagen 4-14 Croquis de la solución propuesta pilar + forjado (Elaboración propia)

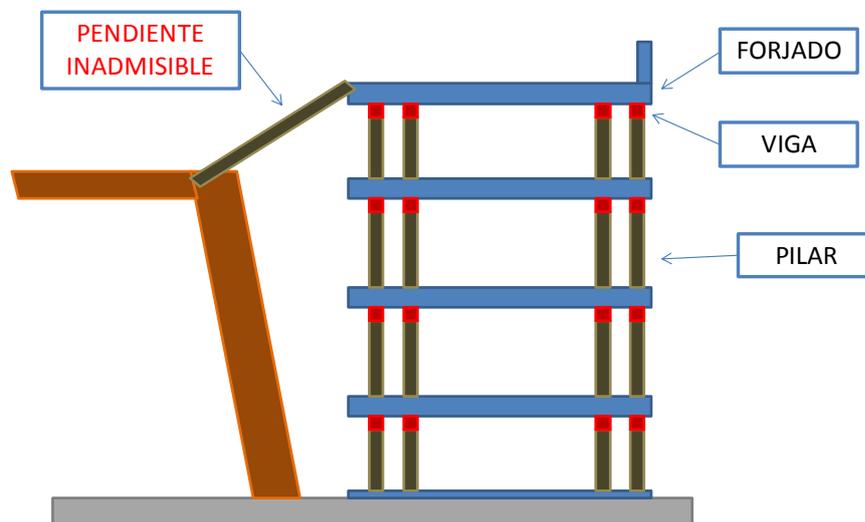


Imagen 4-15 Croquis de la solución no seleccionada pilar + viga + forjado (Elaboración propia)



Imagen 4-16 Construcción de un forjado de losa maciza de hormigón armado (Fuente: [50])



Imagen 4-17 Rampa de aparcamiento tipo losa maciza de hormigón armado (Fuente: [49])

4.3.2.4 Muros y cerramientos

Los muros y cerramientos propuestos para el diseño tienen como objetivo completar la fachada del edificio de acuerdo con los requerimientos del Capítulo 3 y las necesidades estructurales que se plantean de acorde al tipo de edificio y su emplazamiento.

Se ha optado por un sistema de fachada pesada con ventilación natural, formada por paneles de hormigón armado prefabricados y vidrio armado triple para las caras Norte, Este y Oeste de tal forma que se permita el paso de luz y aire del exterior pero a la vez se eviten fuertes corrientes de aire y entrada de grandes cantidades de aguas pluviales. Además se ha diseñado la cara Sur o posterior con bloques de hormigón prefabricados tipo albañilería siendo esta cara totalmente cerrada. Se añaden otros elementos estructurales de apoyo como zócalos, bordillos y acerado perimetral también de piezas de fábrica tipo albañilería de hormigón, según como se indica en el Anexo de Planos y con detalle en el presupuesto y en la Tabla 4-8. Ejemplos y detalle en Imagen 4-18 e Imagen 4-19, con aclaración en Imagen 4-20.

Elemento	Característica
Murete perimetral	Bloques de hormigón armado a continuación de cimentación para soporte de cerramientos de fachada.
Paneles del cerramiento	De hormigón armado prefabricado, color blanco con acabado en china fina, espesor 0,2 m. Aislamiento térmico incorporado.
Paneles de sujeción de vidrios	Piezas en dinteles y alféizares de hormigón armado prefabricado de peso específico 25 kN/m^3 de anchura 0,6 m. Aislamiento térmico e impermeabilización incorporada.
Vidrio armado	De seguridad, triple en 6+6+6 (mm). Protección en frente, de peso $0,35 \text{ kN/m}^2$.
Zócalo	De hormigón armado en protección de apoyo de panel de panel de hormigón del cerramiento de la planta baja
Bloques de hormigón	Fábricas de bloques de hormigón, tomado con mortero de cemento, de dimensiones 40 x 20 x 20 cm. Armados con perfiles tipo Murfor cada 3 hiladas. Utilizados para el cerramiento de la cara posterior del edificio, tabiquería interior, bordillos sobre solera y forjado y acerado perimetral.

Tabla 4-8 Muros y cerramientos utilizados en el diseño (Elaboración propia)

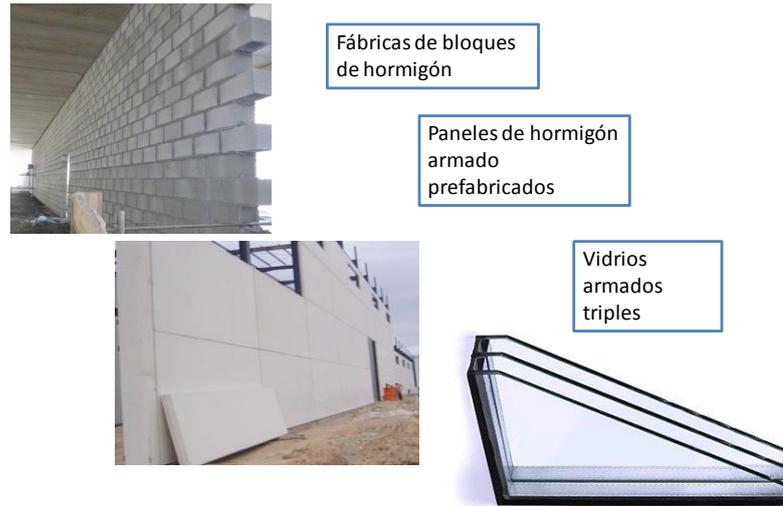


Imagen 4-18 Elementos usados en los muros y cerramientos del diseño (Fuente: [49], [51])

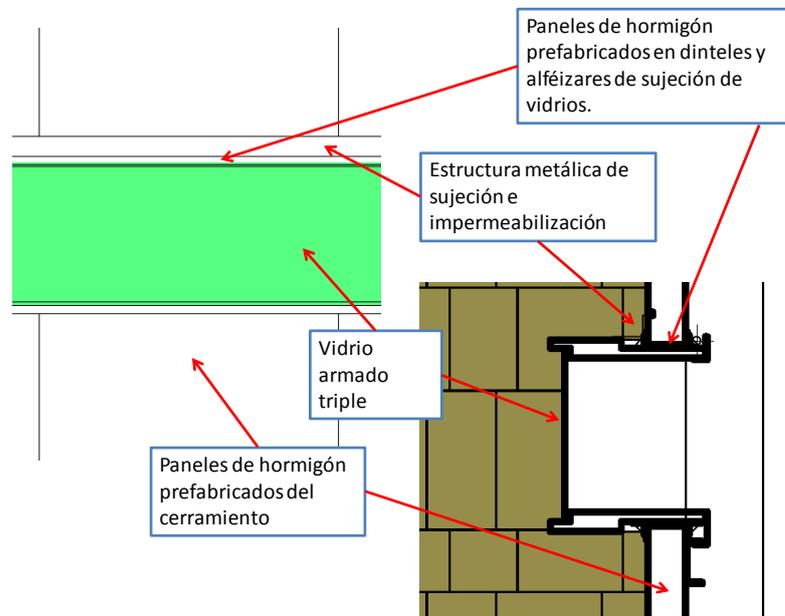


Imagen 4-19 Detalles de la solución de cerramiento del diseño (Elaboración propia)

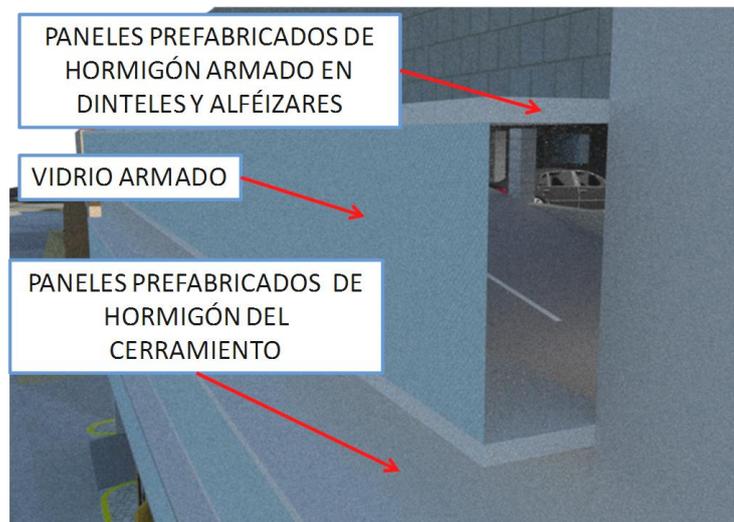


Imagen 4-20 Aclaración sobre la solución del cerramiento (Elaboración propia)

4.3.2.5 Módulo de comunicación vertical

El módulo de comunicación vertical que se ha diseñado para el edificio de aparcamientos tiene por objeto cumplir con los requerimientos descritos en el Capítulo 3. Evacuación en caso de incendios y accesibilidad desde todas las plantas para todo tipo de usuarios (Ver Anexo de Planos).

Su estructura debe cumplir también los requerimientos estructurales teniendo en cuenta los elementos que se instalen a mayores para su correcto uso y funcionamiento. Además en el núcleo de comunicación vertical se incluye tabiquería interior y cerramiento que utiliza elementos estructurales como los que se describen en el apartado anterior. Las dimensiones se detallan en la Tabla 4-9 y en la Imagen 4-21.

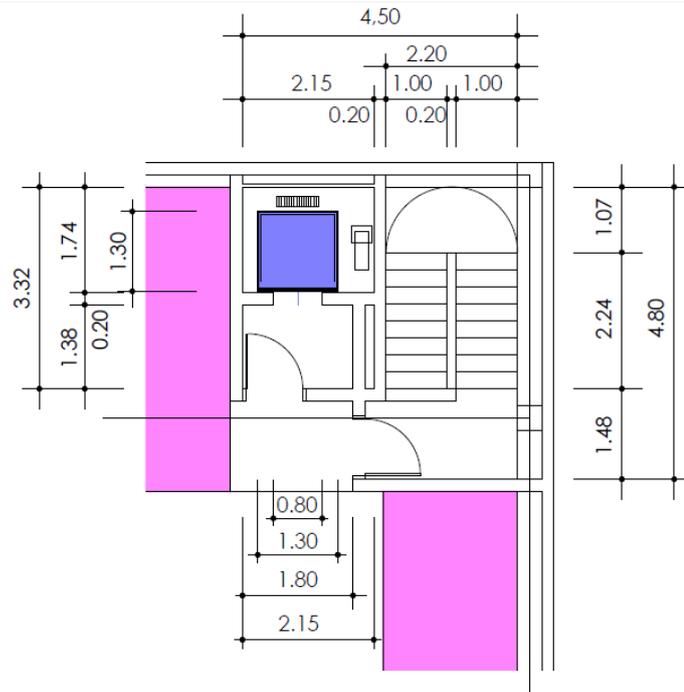


Imagen 4-21 Detalle en planta del núcleo de comunicación vertical del diseño (Elaboración propia)

Elemento	Característica
Zancas de escalera y peldaños	De hormigón armado tipo losa maciza bidireccional de espesor 0,2 m. 2 Tramos por planta salvados por un rellano.
Rellanos	De hormigón armado tipo losa bidireccional de espesor 0,2 m

Tabla 4-9 Elementos estructurales empleados en el núcleo de comunicación vertical (Elaboración propia)



Imagen 4-22 Ejemplo de escalera de hormigón similar a la empleada en el diseño (Fuente: [52])

4.3.2.6 Otros elementos del edificio

Además de la estructura, para completar el diseño preliminar del edificio de aparcamientos se han seleccionado elementos que son necesarios para cumplir con los requisitos establecidos en el Capítulo 3 de este trabajo y en la normativa general vigente referente a los aspectos que deben cumplir los edificios de aparcamientos de nueva construcción [10]. Los elementos de la Tabla 4-10 se pueden apreciar en el Anexo de Planos o en el presupuesto de forma más detallada, algunos elementos principales considerados para el diseño y de los cuales se muestra algún ejemplo son Imagen 4-23, son:

Elemento	Característica
Puertas cortafuegos	Simple o dobles de acero galvanizado, sin bloqueos, de fácil apertura en sentido de la evacuación.
Barandillas para las escaleras	Función de pasamanos. Complemento de seguridad. De acero.
Guardarrailes o quitamiedos para las rampas	De acero. Complemento anti choque y de seguridad. En las rampas de conexión entre las diferentes plantas y para la conexión con la superficie de la residencia.
Ascensor	Con dimensiones para acceso de personas minusválidas, con pasamanos y alarma de emergencia.
Mobiliario	Elementos para el local sanitario o aseo, material para los locales técnicos de maquinaria o almacén. Otros materiales interiores o exteriores (papeleras o contenedores).

Tabla 4-10 Otros elementos considerados en el diseño del edificio (Elaboración propia)

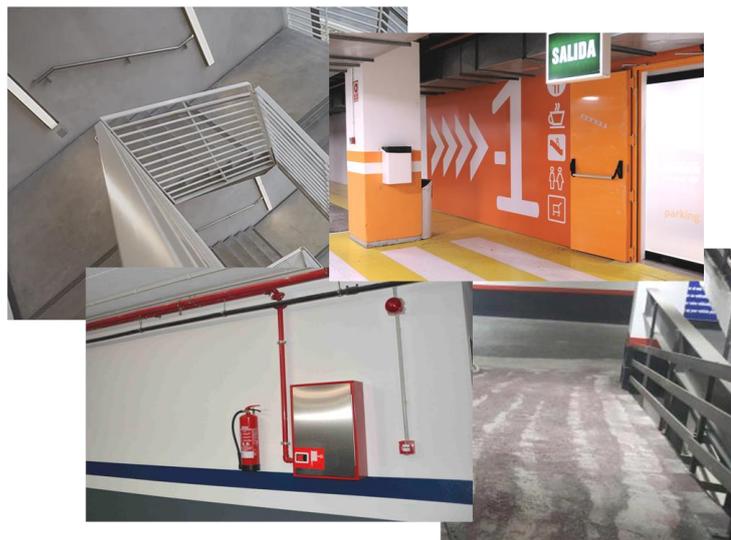


Imagen 4-23 Ejemplos de elementos usados en el diseño (Fuente: [52], [53])

Además, el edificio debe constar de diferentes instalaciones entre las que se incluyen aparatos de ventilación mecánica para garajes para la extracción de humos y gases, por lo que se espera que disponga de ventilación mixta, instalación eléctrica, instalación de iluminación, elementos de fontanería e instalaciones y elementos contraincendios de acuerdo a lo mencionado en el Capítulo 3 para el cumplimiento de la normativa vigente [8], cuyo cálculo y selección no forma parte del objeto del presente trabajo.

4.3.3 Cumplimiento de aspectos generales del CTE

Como parte fundamental de la justificación de la propuesta de diseño preliminar, se muestran a continuación el estado de los diferentes elementos específicos según los requerimientos básicos del CTE [8] para un edificio de aparcamientos en altura de nueva construcción, según la Tabla 4-11.

	Requerimiento	CTE
1	Dimensión plazas de aparcamiento	CUMPLE
2	Número de plazas para minusválidos	CUMPLE
3	Dimensión de los carriles de circulación	CUMPLE
4	Altura mínima libre	CUMPLE
5	Salidas de emergencia mínimas	CUMPLE
6	Radio de giro interior	CUMPLE
7	Pendiente de las rampas	CUMPLE
8	Ascensor accesible para minusválidos	CUMPLE
9	Vestíbulos de independencia	CUMPLE
10	Petos de seguridad anti caída	CUMPLE
13	Consideraciones de salud e higiene	CUMPLE
14	Consideraciones de protección ante humedades	CUMPLE

Tabla 4-11 Cumplimiento de aspectos generales del CTE (Elaboración propia)

5 PRESUPUESTO APROXIMADO DEL DISEÑO PROPUESTO

En este capítulo se detalla un presupuesto aproximado de los elementos estructurales constructivos utilizados y los elementos de los acabados más destacados. En este presupuesto se excluyen los costes de las instalaciones que necesita el edificio para su uso, que se salen de los objetivos de este trabajo. Los cálculos de las mediciones de los diferentes elementos se han realizado en base a los planos del Anexo de Planos. Los precios y las especificaciones técnicas de cada uno de los elementos considerados en el presupuesto están sacados del Generador de Precios de CYPE Ingenieros [47], por lo que los códigos de referencia son los utilizados para cada material, elemento o instalación en esta plataforma de ayuda al cálculo del presupuesto total de un edificio de nueva construcción [53]. Se han seleccionado los elementos que más se asemejan a los propuestos en el diseño. Esta plataforma online mantiene actualizada la base de datos de productos registrados legalmente para el uso y empleo en construcción de edificios de acuerdo a la normativa y documentos competentes [7].

Este presupuesto para un edificio de aparcamientos en altura en la Escuela Naval Militar lo hemos dividido en Presupuestos Parciales, Presupuesto de Ejecución Material (PEM), Presupuesto de Licitación (PL) y Presupuesto Total de Obra, tal y como se detalla a continuación:

5.1 Presupuestos Parciales

Incluye cada partida de obra por separado, teniendo en cuenta las dimensiones y unidades empleadas de los diferentes elementos de acorde a la referencia tomada [53]. Se incluye en los precios maquinaria empleada y personal que realiza esa parte de la obra para el tiempo estimado de ejecución.

5.1.1 Movimiento de tierras

VACIADO DEL TERRENO HASTA COTA DE ASIENTO DE ENCEPADOS. PROFUNDIDAD ESTIMADA DE 2,50 m.

Elemento	Código de referencia	Dimensiones (m ³)	Unidades	Total m ³	€/m ³	Coste Total
Excavación Perímetro edificio	ADE002	23,4 x 31,2 x 2,5	1	1825,2		
Sobre excavación longitudinal	ADE002	31,2 x 2 x 2,5	2	312		
Sobre excavación	ADE002	23,4 x 2 x 2,5	2	234		

transversal			
TOTAL	2371,2	5,33	12.638,5 €

Tabla 5-1 Presupuesto de vaciado de tierras (Elaboración propia, [47])

RELLENO DE TIERRAS SANAS COMPACTADAS HASTA 50 cm DE COTA DE ACABADO. SE EXCLUYEN LOS VOLUMENES REFERENTES A LOS ENCEPADOS.

Elemento	Código de referencia	Dimensiones (m ³)	Unidades	Total m ³	€/m ³	Coste Total
Relleno Perímetro edificio	ADR030	23,4 x 31,2 x 2	1	1460,16		
Relleno Sobre excavación longitudinal	ADR030	31,2 x 2 x 2	2	249,6		
Relleno Sobre excavación transversal	ADR030	23,4 x 2 x 2	2	187,2		
Deducción encepados		2 x 2 x 2	25	-200		
TOTAL				1696,96	19,79	33.582,83 €

Tabla 5-2 Presupuesto relleno de tierras (Elaboración propia, [47])

SUBBASE GRANULAR COMPACTADA PARA APOYO DE LA SOLERA. ESPESOR 30 cm.

Elemento	Código de referencia	Dimensiones (m ³)	Unidades	Total m ³	€/m ³	Coste Total
Subbase en Perímetro edificio	ADR030	23,4 x 31,2 x 0,3	1	219,02		
Subbase sobre excavación longitudinal	ADR030	31,2 x 2 x 0,3	2	37,44		
Subbase sobre excavación transversal	ADR030	23,4 x 2 x 0,3	2	28,08		
TOTAL				284,54	2,38	677,2 €

Tabla 5-3 Presupuesto subbase granular (Elaboración propia, [47])

COSTE TOTAL MOVIMIENTO DE TIERRAS	46.898,53 €
--	--------------------

Tabla 5-4 Presupuesto movimiento de tierras (Elaboración propia, [47])

5.1.2 Cimentaciones

PILOTES DE HORMIGÓN ARMADO DE 15 METROS DE LONGITUD DE 0,60 m DE DIÁMETRO. MAQUINARIA Y DESCABEZADO.

Elemento	Código de referencia	Dimensiones (m)	Unidades	Total m	€/m	Coste Total
Pilotes	CPI060	15	25	375	118,01	44.253,75 €
Transporte/retirada. Perforación con equipo.	CPI001					7195,23 €
TOTAL				375		51.448,98 €

Tabla 5-5 Presupuesto de pilotes (Elaboración propia, [47])

HORMIGÓN ARMADO EN ENCEPADO DE PILOTES. ARMADOS, ESPERAS Y ENCOFRADOS. HORMIGÓN DE LIMPIEZA 10 cm.

Elemento	Código de referencia	Dimensiones (m ³)	Unidades	Total m ³	€/m ³	Coste Total
Encepados	CEP010	2 x 2 x 2	25	200		
TOTAL				200	179,99	35.998 €

Tabla 5-6 Presupuesto de encepados (Elaboración propia, [47])

HORMIGÓN ARMADO EN VIGAS RIOSTRAS O DE ATADO. ARMADOS Y APERTURA DE ZANJAS. HORMIGÓN DE LIMPIEZA 10 cm.

Elemento	Código de referencia	Dimensiones (m ³)	Unidades	Total m ³	€/m ³	Coste Total
Eje A	CAV010	0,4 x 0,5 x 5,6	4	5,37		
Eje B	CAV010	0,4 x 0,5 x 5,6	4	5,37		
Eje C	CAV010	0,4 x 0,5 x 5,6	4	5,37		
Eje D	CAV010	0,4 x 0,5 x 5,6	4	5,37		
Eje E	CAV010	0,4 x 0,5 x 5,6	4	5,37		
Eje 1	CAV010	0,4 x 0,6 x 4	2	1,92		
Eje 1	CAV010	0,4 x 0,6 x 7,4	2	3,55		
Eje 2	CAV010	0,4 x 0,6 x 4	2	1,92		
Eje 2	CAV010	0,4 x 0,6 x 7,4	2	3,55		
Eje 3	CAV010	0,4 x 0,6 x 4	2	1,92		
Eje 3	CAV010	0,4 x 0,6 x 7,4	2	3,55		
Eje 4	CAV010	0,4 x 0,6 x 4	2	1,92		
Eje 4	CAV010	0,4 x 0,6 x 7,4	2	3,55		
Eje 5	CAV010	0,4 x 0,6 x 4	2	1,92		
Eje 5	CAV010	0,4 x 0,6 x 7,4	2	3,55		

TOTAL	54,24	147,15	7.981,41 €
--------------	-------	--------	------------

Tabla 5-7 Presupuesto vigas riostras o de atado (Elaboración propia, [47])

COSTE TOTAL CIMENTACIONES	95.428,39 €
----------------------------------	--------------------

Tabla 5-8 Presupuesto total de cimentaciones (elaboración propia, [47])

5.1.3 Estructura de hormigón

FORJADOS DE HORMIGÓN ARMADO TIPO LOSA MACIZA BIDIRECCIONAL DE ESPESOR 35 cm. ACABADO FRATASADO MECÁNICO CON ADICIÓN DE ÁRIDOS EXTRADUROS. INCLUYE LA PARTE PROPORCIONAL DE PILARES CON SUS CORRESPONDIENTES ARMADOS. SOBRECARGA DE USO 40 N/cm². FORMACIÓN DE ZUNCHOS DE HUECOS Y REMATES DE BORDE.

Elemento	Código de referencia	Dimensiones (m ²)	Unidades	Total m ²	€/m ²	Coste Total
Forjado de planta tipo	EHL010	23,4 x 31,2	3	2.190,24		
Deducción hueco escalera		2,2 x 4,8	3	-31,68		
Deducción hueco ascensor		1,74 x 2,15	3	-11,22		
Deducción rampa		7,25 x 20,6	3	-448,05		
TOTAL				1.699,29	83,66	142.162,6 €

Tabla 5-9 Presupuesto forjado planta tipo (Elaboración propia, [47])

FORJADOS DE HORMIGÓN ARMADO TIPO LOSA MACIZA BIDIRECCIONAL DE ESPESOR 35 cm. ACABADO FRATASADO MECÁNICO CON ADICIÓN DE ÁRIDOS EXTRADUROS. INCLUYE LA PARTE PROPORCIONAL DE PILARES CON SUS CORRESPONDIENTES ARMADOS. SOBRECARGA DE USO 100 N/cm² + PESO DE PAQUETE DE IMPERMEABILIZACIÓN Y. FORMACIÓN DE ZUNCHOS DE HUECOS Y REMATES DE BORDE.

Elemento	Código de referencia	Dimensiones (m ²)	Unidades	Total m ²	€/m ²	Coste Total
Forjado en planta cuarta	EHL010	23,4 x 31,2	1	730,08	83,66	
Paquete de impermeabilización	NIN005	23,4 x 31,2	1	730,08	25,61	
Deducción hueco escalera		2,2 x 4,8	1	-10,56		
Deducción hueco ascensor		1,74 x 2,15	1	-3,74		
Deducción rampa		7,25 x 20,6	1	-149,35		

ESTUDIO DE REQUERIMIENTOS Y DISEÑO PRELIMINAR DE UN
APARCAMIENTO DE VEHÍCULOS EN ALTURA EN LA ENM

Deducción rampa a residencia	3,6 x 5,4	1	-19,44	
TOTAL			546,99	59.769,59 €

Tabla 5-10 Presupuesto forjado planta cuarta (Elaboración propia, [47])

RAMPAS DE HORMIGÓN ARMADO TIPO LOSA MACIZA BIDIRECCIONAL DE ESPESOR 25 cm. ACABADO FRATASADO MANUAL Y PEINADO TRANSVERSAL CON CEPILLOS DE PUAS DE ACERO. SOBRECARGA DE USO 40 N/cm². FORMACIÓN DE ZUNCHOS DE ATADO Y REMATES DE BORDE. VIGAS INTERMEDIAS. INCLUSO CIMENTACIÓN DE ARRANQUE EN PLANTA BAJA.

Elemento	Código de referencia	Dimensiones (m ²)	Unidades	Total m ²	€/m ²	Coste Total
Rampas (Plantas 0/1/2/3/4)	EHL010	7,25 x 20,6	4	597,4		
TOTAL				597,4	98,66	58.939,48 €

Tabla 5-11 Presupuesto rampa de hormigón plantas baja a cuarta (Elaboración propia, [47])

RAMPA DE HORMIGÓN ARMADO TIPO LOSA MACIZA BIDIRECCIONAL DE ESPESOR 30 cm. ACABADO FRATASADO MANUAL Y PEINADO TRANSVERSAL CON CEPILLOS DE PUAS DE ACERO. SOBRECARGA DE USO 100 N/cm². FORMACIÓN DE ZUNCHOS DE ATADO Y REMATES DE BORDE. VIGAS INTERMEDIAS. INCLUSO CIMENTACIÓN DE ARRANQUE EN PLANTA BAJA.

Elemento	Código de referencia	Dimensiones (m ²)	Unidades	Total m ²	€/m ²	Coste Total
Rampa a residencia suboficiales	EHL010	3,6 x 5,4	1	19,44		
TOTAL				19,44	98,66	1.917,95 €

Tabla 5-12 Presupuesto rampa conexión residencia (Elaboración propia, [47])

ZANCAS DE ESCALERA Y RELLANOS DE HORMIGÓN ARMADO TIPO LOSA BIDIRECCIONAL DE ESPESOR 20 cm. FORMACIÓN DE ZUNCHOS DE ATADO Y REMATES DE BORDE. INCLUSO CIMENTACIÓN DE ARRANQUE EN PLANTA BAJA. ESTRUCTURA COMPLETA DE ESCALERA.

Elemento	Código de referencia	Dimensiones m ²	Unidades	Total m ²	€/m ²	Coste Total
Zancas de escalera tramo 1 (Plantas 0/1/2/3/4)	EHE 010	2,24 x 1	4	8,96	87,89	787,48 €
Zancas de escalera tramo 2	EHE 010	2,24 x 1	4	8,96	87,89	787,48 €

(Plantas 0/1/2/3/4)						
Rellanos de hormigón	EHL010	1,07 x 2,2	4	9,42	83,66	788,07 €
TOTAL						2.363,03 €

Tabla 5-13 Presupuesto de escaleras de hormigón (Elaboración propia, [47])

ZOCALO DE HORMIGÓN ARMADO EN PROTECCIÓN DE APOYO DE PANEL DE HORMIGÓN EN PLANTA BAJA. DIMENSIONES SEGÚN PLANOS.

Elemento	Código de referencia	Dimensiones (m ²)	Unidades	Total m ²	€/m ²	Coste Total
Zócalo Norte	FTS020	31,2 x 0,35	1	10,92		
Zócalo Este	FTS020	23,4 x 0,35	1	8,19		
Zócalo Oeste	FTS020	23,4 x 0,35	1	8,19		
Deducción acceso		4,7 x 0,35	1	-1,64		
Deducción zona garita		2,3 x 0,35	1	-0,8		
Deducción puerta simple		1,2 x 0,35	1	-0,42		
Deducción puerta doble		2,4 x 0,35	5	-0,84		
TOTAL				23,6	107,42	2.535,11 €

Tabla 5-14 Presupuesto zócalo de hormigón (Elaboración propia, [47])

SOLERA DE HORMIGÓN EN MASA DE 20 cm DE ESPESOR, ARMADA SUPERFICIALMENTE CON MALLAZO METÁLICO COLOCADA VERTIDA SOBRE SUBBASE INTERPONIENDO LÁMINA GEOTEXTIL. INCLUSO CORTES DE RETRACCIÓN. ACABADO FRATASADO MECÁNICO CON ADICIÓN DE ÁRIDOS EXTRADUROS.

Elemento	Código de referencia	Dimensiones (m ²)	Unidades	Total m ²	€/m ²	Coste Total
Solera	CHH020	23,4 x 31,2	1	730,08		
TOTAL				730,08	24,68	18.018,37 €

Tabla 5-15 Presupuesto solera de hormigón (Elaboración propia, [47])

PILARES DE HORMIGÓN ARMADO DE ACERO CORRUGADO SUPERFICIE CUADRADA Y CARAS LISAS.

Elemento	Código de referencia	Dimensiones (m ³)	Unidades	Total m ³	€/m ³	Coste Total
Pilares	EHS010	0,4 x 0,4 x 2,65	100	42,4		
TOTAL				42,4	451,82	19.157,16 €

Tabla 5-16 Presupuesto pilares de hormigón (Elaboración propia, [47])

COSTE TOTAL ESTRUCTURA DE HORMIGÓN	304.863,29 €
---	---------------------

Tabla 5-17 Presupuesto total estructura de hormigón (Elaboración propia, [47])

5.1.4 Albañilería

FÁBRICA DE BLOQUE DE HORMIGÓN. TOMADA CON MOSTERO DE CEMENTO. DIMENSIONES 40 X 20 X 20 cm. ARMADA CON PERFILES TIPO MURFOR CADA TRES HILADAS.

Elemento	Código de referencia	Dimensiones (m ²)	Unidades	Total m ²	€/m ²	Coste Total
Cerramiento posterior	FEA020	31,2 x 2,65	4	330,72		
Deducción pilares		0,4 x 2,65	20	-21,2		
Tabiquerías locales planta baja	FEA020	18,3 x 2,43 + 7,2 x 2,43 + 7,2 x 1,86 + 7,2 x 1,3 + 1,5 x 2,4 + 3,5 x 2,4	1	74,47		
Núcleo comunicación vertical planta baja	FEA020	5,2 x 2,65 + 1,93 x 2,65 + 1,38 x 2,95 + 1,38 x 2,95 + 1,28 x 2,65 + 2,75 x 2,65	1	36,86		
Núcleo comunicación vertical plantas 1/2/3	FEA020	5,5 x 2,65 + 2,86 x 2,65 + 3,71 x 2,65 + 2,15 x 2,65	1	37,68		
Núcleo comunicación vertical planta 4	FEA020	3,71 x 4 + 2,81 x 4 + 3,51 x 4 + 2,15 x 4 + 2,55 x 4 + 3,09 x 4	1	71,28		
Peto protección rampa Planta 4	FEA020	7 x 1,2 + 16,8 x 1,2	1	28,56		
Deducción puertas simples núcleo comunicación vertical		1,2 x 2,05	16	-39,36		
Nuevo Peto	FEA020	20,6 x 1,2	1	24,72		

nivel residencia			
TOTAL		543,73	35,37
			19.231,73 €

Tabla 5-18 Presupuesto bloques de hormigón (Elaboración propia, [47])

ACERADOS Y BORDILLOS PERIMETRALES E INTERIORES SOBRE FORJADO Y LOSA, DE BLOQUES DE HORMIGÓN PREFABRICADOS

Elemento	Código de referencia	Dimensiones (m ²)	Unidades	Total m ²	€/m ²	Coste Total
Acerado perimetral	FTS020	78 x 1,2	1	93,6	38,54	3.607,34 €
Bordillo planta baja	FEA020	54,3 x 0,2	1	10,86	35,37	384,11 €
Bordillo plantas tipo	FEA020	45 x 0,2	3	9	35,37	318,33 €
Bordillo rampas	FEA020	40,52 x 0,2	4	81,04	35,37	2.866,38 €
Bordillo planta cuarta	FEA020	78,66 x 0,2	1	15,73	35,37	556,37 €
Bordillo rampa conexión a residencia	FEA020	14 x 0,2	1	2,8	35,37	99,03 €
TOTAL						7.831,56 €

Tabla 5-19 Presupuesto acerado y bordillos (Elaboración propia, [47])

COSTE TOTAL ALBAÑILERÍA	27.063,29 €
--------------------------------	--------------------

Tabla 5-20 Presupuesto total albañilería (Elaboración propia, [47])

5.1.5 Cerramientos

CERRAMIENTO PREFABRICADO DE HORMIGÓN FORMADO POR PANELES DE HORMIGÓN PREFABRICADO, DE DIMENSIONES SEGÚN PLANOS. COLOR BLANCO. ACABADO EN CHINA FINA. 20 cm DE ESPESOR CON AISLAMIENTO TÉRMICO INCORPORADO. INCLUSO LA P.P. (PARTE PROPORCIONAL) DE ESTRUCTURA METÁLICA NECESARIA PARA SU SUJECCIÓN: APOYO Y ANTIVUELCO.

Elemento	Código de referencia	Dimensiones (m ²)	Unidades	Total m ²	€/m ²	Coste Total
Plana baja fachada N	FPP020	2,3 x 1,95	10	44,85		
Planta baja fachada E	FPP020	2,3 x 1,95	11	49,33		
Planta baja	FPP020	2,3 x 1,95	9	40,36		

fachada O				
Planta primera fachada N Esquinas	FPP020	2,3 x 2,6	2	11,96
Planta primera fachada N	FPP020	1,6 x 1,9	14	42,56
Planta primera fachada E esquinas	FPP020	2,3 x 2,6	2	11,96
Planta primera fachada E	FPP020	1,6 x 1,9	10	30,4
Planta primera fachada O Esquinas	FPP020	2,3 x 2,6	2	11,96
Planta primera fachada O	FPP020	1,6 x 1,9	10	30,4
Planta segunda y tercera fachada N Esquinas	FPP020	2,3 x 3	4	27,6
Planta segunda y tercera fachada N	FPP020	2 x 1,9	14	53,2
Planta segunda y tercera fachada E Esquinas	FPP020	2,3 x 3	4	27,6
Planta segunda y tercera fachada E	FPP020	2 x 1,9	10	38
Planta segunda y tercera fachada O Esquinas	FPP020	2,3 x 3	4	27,6

Planta segunda y tercera fachada O	FPP020	2 x 1,9	10	38		
Planta cuarta fachada N	FPP020	2 x 1,9	16	60,8		
Planta cuarta fachada E	FPP020	2 x 1,9	12	45,6		
Planta cuarta fachada O	FPP020	2 x 1,9	12	45,6		
TOTAL				637,78	77,11	49.179,21 €

Tabla 5-21 Presupuesto de cerramientos de hormigón (Elaboración propia, [47])

PIEZAS PREFABRICADAS DE HORMIGÓN ARMADO DE 25 kN/m³ EN DINTELES Y ALFÉIZARES ANCHURA 0,6 m. AISLAMIENTO TÉRMICO E IMPERMEABILIZACIÓN INCORPORADA. INCLUSO P.P. DE ESTRUCTURA METÁLICA NECESARIA PARA SUJECIÓN: APOYO Y ANTIVUELCO.

Elementos	Código de referencia	Dimensiones (m)	Unidades	Total m	€/m	Coste Total
Planta primera pieza superior	FCH030	1,9	34	64,6		
Planta primera pieza inferior	FCH030	1,9	34	64,6		
Planta segunda pieza superior	FCH030	1,9	34	64,6		
Planta segunda pieza inferior	FCH030	1,9	34	64,6		
Planta tercera pieza superior	FCH030	1,9	34	64,6		
Planta tercera pieza inferior	FCH030	1,9	34	64,6		
TOTAL				387,6	30,32	11.752,03 €

Tabla 5-22 Presupuestos piezas prefabricadas en dinteles y alféizares (Elaboración propia, [47])

VIDRIO ARMADO DE SEGURIDAD 6+6+6 EN PROTECCIÓN EN FRENTE DE PESO 0,35 kN/m²

Elemento	Código de referencia	Dimensiones (m ²)	Unidades	Total m ²	€/m ²	Coste Total
Planta primera	LVE010	1 x 64,6	3	193,8		
Planta segunda	LVE010	1 x 64,6	3	193,8		
Planta tercera	LVE010	1 x 64,6	3	193,8		
TOTAL				581,4	38,93	22.655,22 €

Tabla 5-23 Presupuesto vidrio armado (Elaboración propia, [47])

COSTE TOTAL CERRAMIENTOS	83.586,46 €
---------------------------------	--------------------

Tabla 5-24 Presupuesto total de cerramientos (Elaboración propia, [47])

5.1.6 Carpinterías

ELEMENTOS DE CARPINTERÍA DE ACERO COLOCADOS EN EDIFICIO SEGÚN PLANOS. INCLUYE ELEMENTOS METÁLICOS DE SUJECIÓN Y COLOCACIÓN EN POSICIÓN. DIMENSIONES DE ELEMENTOS SEGÚN PLANOS.

Elemento	Código de referencia	Dimensiones (m)	Unidades	€/unidad €/m	Coste Total
Puerta simple cortafuegos de acero galvanizado	LFA010		8	355,95	2.847,6 €
Puerta doble cortafuegos de acero galvanizado	LFA010		3	711,19	2.133,57 €
Puerta simple	LPA010		2	88,77	177,54 €
Puerta doble	LPA010		2	177,54	355,08 €
Barandilla metálica rampas	FDD010	20,6	8	69,73	11.491,5 €
Barandilla metálica rampa conexión	FDD010	5,4	2	69,73	753,08 €

residencia					
Barandilla pasamanos escaleras	FDD100	2,24	8	82,7	1.481,98 €
TOTAL					19.240,35 €

Tabla 5-25 Presupuesto de carpinterías (Elaboración propia, [47])

COSTE TOTAL CARPINTERÍAS	19.240,35 €
---------------------------------	--------------------

Tabla 5-26 Presupuesto total de carpinterías (Elaboración propia, [47])

5.2 Presupuesto de Ejecución Material (PEM)

El Presupuesto de Ejecución Material (PEM) es la suman de todos los presupuestos parciales.

Coste Total de Movimiento de Tierras	46.898,53 €
Coste Total de las Cimentaciones	95.428,38 €
Coste Total de la Estructura de Hormigón	304.863,29 €
Coste Total de Albañilería	19.231,73 €
Coste Total de Cerramientos	83.586,46 €
Coste Total de Carpinterías	19.240,35 €

Tabla 5-27 Presupuestos Parciales (Elaboración propia)

COSTE TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	569.248,74 €
---------------------------------------	---------------------

Tabla 5-28 Presupuesto de Ejecución Material (PEM) (Elaboración propia)

5.3 Presupuesto de Licitación (PL)

El Presupuesto de Licitación (PL) añade el coste de los gastos en personal involucrado directa o indirectamente en la obra, los gastos administrativos de los procesos que intervienen y el beneficio industrial de la empresa o empresas que intervienen en la ejecución de la obra.

Gastos Generales (13%): personal involucrado directa o indirectamente en la obra y gastos administrativos. Estos gastos por lo general se asumen como un 13% del PEM.

Gastos Generales (GG)	74.002,23 €
-----------------------	-------------

Tabla 5-29 Gastos Generales (Elaboración propia)

Beneficio Industrial (6%): las ganancias económicas de las empresas que participan en la ejecución de la obra. Por lo general se calcula tomando un 6% de la suma del PEM y los Gastos Generales.

Beneficio Industrial (B°I)	38.595,06 €
----------------------------	-------------

Tabla 5-30 Beneficio Industrial (Elaboración propia)

$$PL = PEM + GG + B^{\circ}I$$

PRESUPUESTO DE LICITACIÓN (PL)	681.846,04 €
---------------------------------------	---------------------

Tabla 5-31 Presupuesto de Licitación (PL) (Elaboración propia)

5.4 Presupuesto Total

El Presupuesto Total de la Obra es el resultado final del coste teniendo en cuenta todos los apartados anteriores más el 21% del IVA que se toma a partir del PL.

21% IVA	143.187,66 €
---------	--------------

Tabla 5-32 Importe correspondiente al 21% de IVA (Elaboración propia)

PRESUPUESTO TOTAL DE LA OBRA

825.033,71 €

**OCHOCIENTOS VEINTICINCOMIL TRENTA Y TRES EUROS CON SETENTA Y UNO
CÉNTIMOS**

Tabla 5-33 Presupuesto Total de la obra (Elaboración propia)

6 CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

6.1 Conclusiones

A lo largo del desarrollo de este Trabajo de Fin de Grado se han ido abordando los diferentes hitos que se planteaban como objetivos. Con la aplicación de conocimientos de diferentes asignaturas del Grado en Ingeniería Mecánica y con la elaboración de un trabajo de recopilación de información y documentación ha sido posible materializar en un estudio de requerimientos y un diseño preliminar la propuesta de un aparcamiento de vehículos en altura en la Escuela Naval Militar (Imagen 6-1). Las principales conclusiones que hemos sacado de las diferentes partes del trabajo son las siguientes:

- Se ha realizado un análisis de la disposición y uso medio de las plazas de aparcamiento en la Escuela Naval Militar, comprobando que efectivamente existe un problema de espacio para los vehículos del personal de la ENM, sobretodo en días de acto donde se limitan las zonas de aparcamiento. Se ha comprobado que en muchos casos los espacios para aparcar no se usan correctamente y además que hay vehículos afectados por la corrosión y por la suciedad.
- Se ha realizado una encuesta a personal de la Escuela Naval Militar, y se ha concluido con que la construcción de un aparcamiento cubierto en altura para la ENM puede ser positivo. Asimismo, los resultados de la encuesta corroboran la problemática detectada, proponiéndose además alternativas de emplazamiento teniendo en cuenta los resultados de la misma.
- Se han estudiado los requerimientos básicos necesarios para la construcción de un aparcamiento en altura en la Escuela Naval Militar. Se ha analizado el Código Técnico de la Edificación enfocado al diseño y construcción de un edificio de aparcamientos en altura, siendo estos necesarios a la hora de plantear las soluciones estructurales y de diseño preliminar objetos del presente trabajo.
- Se ha realizado el diseño preliminar de un aparcamiento en cinco plantas con un total de 89 plazas de aparcamiento, incluyendo tres de minusválidos. La solución propuesta se ha detallado mediante la elaboración de planos 2D y vistas 3D. El diseño consta de la distribución de plazas en planta, las peculiaridades de diseño relativas al acceso, su relación con el cumplimiento del CTE y un presupuesto aproximado que sirve como orientación sobre el orden de magnitud de coste que supondría la elaboración de este proyecto.
- Por último, se pretende que el presente documento sirva como referencia por si se considera oportuno llevar a cabo este proyecto. Además queda reflejado que existe una problemática en la ENM y se plantea una forma de solucionarla.



Imagen 6-1 Vista general del aparcamiento propuesto (Elaboración propia)

6.2 Líneas futuras

Las líneas futuras que consideramos para completar los diferentes aspectos tratados en este trabajo, y a mayores que aporten una alternativa para otros Trabajos de Fin de Grado son las siguientes:

- Realizar un dimensionado detallado de los diferentes elementos estructurales (cimentación, pilares y forjados...) utilizando programas específicos y documentación de apoyo.
- Diseñar las instalaciones de ventilación, iluminación, electricidad o contra incendios que complementen el aparcamiento propuesto, y así poder dar un presupuesto más detallado y realista del coste total del proyecto.
- Realizar un estudio estadístico más completo relacionado con el uso de los espacios de aparcamiento en la ENM con el fin de proponer una solución alternativa que permita mejorar la organización del espacio, y facilitar la circulación y aparcamiento de vehículos dentro de la ENM durante todo el año. En este sentido, y como medida rápida se propone revisar la normativa vigente en la ENM en cuanto al estado de las plazas de aparcamiento, atendiendo especialmente a los momentos del año en los que hay una clara densidad de vehículos y a los días en los que se restringen el uso de las mismas.

7 BIBLIOGRAFÍA

- [1] D. d. l. Española, «Real Academia Española,» [En línea]. Available: <http://www.rae.es/>. [Último acceso: 2018].
- [2] E. N. Militar, «Control de circulación y aparcamiento de vehículos que acceden al interior de la ENM. Instrucción NUM.22182. LORI-ENM,» 2017.
- [3] AutoDesk, «AutoCAD,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.autodesk.es/>. [Último acceso: Enero 2018].
- [4] Trimble, «Sketchup,» Google Sketchup, 2012. [En línea]. Available: <https://www.sketchup.com>. [Último acceso: Enero 2018].
- [5] M. Office, «Excel,» 2016. [En línea]. Available: <https://products.office.com/es-es/excel>. [Último acceso: 2018].
- [6] F. J. Murillo, «¿Cuáles son los países con más vehículos?,» *Expansión*, Abril 2017.
- [7] M. d. Fomento, «Real Decreto 314/2006 del 17 de Marzo,» 2006.
- [8] M. d. Fomento, «Parte I CTE Actualización,» 2013.
- [9] G. d. España, «Constitución Española,» 1978.
- [10] M. d. Fomento, «Ley de Ordenación de la Edificación en España,» 1999.
- [11] M. d. Fomento, «Documento Básico de Seguridad Estructural SE,» 2009.
- [12] M. d. Fomento, «Documento Básico de Seguridad en Caso de Incendio SI,» 2010.
- [13] M. d. Fomento, «Documento Básico de Utilización y Accesibilidad SUA,» 2010.
- [14] M. d. Fomento, «Documento Básico de Salubridad HS,» 2017.
- [15] M. d. Fomento, «Documento Básico de la Protección Frente al Ruido HR,» 2009.
- [16] M. d. Fomento, «Documento Básico para el Ahorro de Energía HE,» 2017.
- [17] X. N. Nieto, «Oficina Técnica,» de *Documentos del Proyecto*, CUD-ENM, 2017.
- [18] AENOR, «UNE EN ISO 1660: 1996 Acotación y tolerancias de perfiles».

- [19] AENOR, «UNE EN ISO 5455 1996 Escalas para dibujos técnicos».
- [20] AENOR, «UNE 1026-2 1983 ISO 5457 Formato y representación de los elementos gráficos de las hojas de dibujo».
- [21] M. d. Fomento, «Instrucción de Hormigón Estructural EHE,» 2008.
- [22] M. d. Fomento, «Instrucción de Acero Estructural EAE,» 2011.
- [23] M. d. Fomento, «Norma de Construcción Sismorresistente. Parte general y edificación. NCSE,» 2009.
- [24] O. T. d. P. e. I. d. E. A. d. Cádiz, «Proyecto Básico y de Ejecución de Edificio para Aparcamientos en Plaza Hospital Segunda Aguada,» OTPI, Cádiz, 2012.
- [25] J. C. Fernández, «Proyecto específico de garaje de un centro de fomento para la innovación y emprendimiento en Ventanielles, Oviedo,» a6 Ingeniería, Oviedo, 2014.
- [26] G. P. Rojo, «Proyecto de construcción del Aparcamiento de Iarbengoa y sus accesos,» SAITEC Ingenieering, Bilbao, 2013.
- [27] A. G. Gil, «Teoría de Estructuras y Construcciones Industriales,» CUD-ENM, 2016.
- [28] M. d. I. Vivienda, «Documento Básico de Seguridad Estructural para el cálculo de Acciones en la Edificación SE-AE,» 2018.
- [29] M. d. I. Vivienda, «SE-C Seguridad Estructural para la Cimentación».
- [30] M. d. Fomento, «DA-DB SI/4 Salida al exterior y espacio exterior seguro,» 2016.
- [31] M. d. I. vivienda, «UNE 23-033-81 Señalización para la seguridad contra incendios».
- [32] M. d. Fomento, «Real Decreto 5013/2017 Reglamento de Instalaciones de protección contra incendios,» 2017.
- [33] M. d. I. Vivienda, «UNE 23035-4: 2003 Señalización fotoluminiscente para la seguridad en caso de incendio,» 2003.
- [34] M. d. Fomento, «DA DB-SI/1 Justificación de la puesta en obra de productos de construcción en cuanto a sus características de comportamiento ante fuego,» 2016.
- [35] M. d. Fomento, «DA DB-SUA/3 Resbaladidad de suelos,» 2014.
- [36] M. d. Fomento, «Guía de aplicación del DB HR Protección frente al ruido,» CSIC, 2016.
- [37] AENOR, «UNE EN ISO 150 140-4 Control del aislamiento acústico del ruido aéreo I».
- [38] AENOR, «UNE EN ISO 140-5 Control del aislamiento acústico del ruido aéreo II».
- [39] AENOR, «UNE EN ISO 140-7 Control del aislamiento acústico del ruido de impactos».
- [40] AENOR, «UNE EN ISO 3382 Control del tiempo de reverberación.».
- [41] AENOR, «ISO 14001 Certificación de Sistemas de Gestión Ambiental».
- [42] M. d. Fomento, «Coordinación de Actividades Empresariales Real Decreto 171/2004 30 Enero,» 2004.

- [43] M. d. Fomento, «Notas Técnicas de Prevención 918,» Instituto Nacional de Seguridad e Higiene, 2011.
- [44] M. d. Fomento, «Notas Técnicas de Prevención 919,» Instituto Nacional de Seguridad e Higiene, 2011.
- [45] «PPRL-008 Procedimiento para la Prevención de Riesgos Laborales,» 2012.
- [46] F. d. C. E. y. Empresariales, «Análisis de problemas y toma de decisiones,» de *Introducción a la Economía de la Empresa*, UNED, p. 50.
- [47] C. Ingenieros, «Generador de precios.España,» CYPE Ingenieros, [En línea]. Available: www.generadordeprecios.info. [Último acceso: 2018].
- [48] D. Arkitectura, «De arkitectura.blogspot,» 2012. [En línea]. Available: www.dearkitektura.blogspot.com.es. [Último acceso: 2018].
- [49] S. SIEC, «siecsa/projects,» 2015. [En línea]. Available: www.siecsa.com/projects. [Último acceso: 2018].
- [50] Arkiplus, «Arkiplus. Losas macizas.,» 2017. [En línea]. Available: www.arkiplus.com/losa-maciza. [Último acceso: 2018].
- [51] P. Alberdi, «Archiexpo,» 2015. [En línea]. Available: www.archiexpo.es/prefabricados-alberdi/productos-prefabricados. [Último acceso: 2018].
- [52] Aداstra, «Aداstra Design,» 2016. [En línea]. Available: www.adastradesign.net/concrete-stairs/. [Último acceso: 2018].
- [53] Interempresas, «Rehabilitación Interempresas,» [En línea]. Available: www.interempresas.net/rehabilitación/parking-centro-comercial-pyrenees/. [Último acceso: 2018].

ANEXO I: RESULTADO COMPLETO DE LA ENCUESTA

Pregunta 1

PREGUNTA 1			
SI	NO	INDIFERENTE	TOTAL
172	40	38	250
69%	16%	15%	

1ª BRIGADA			
SI	NO	INDIFERENTE	TOTAL
24	8	7	39
62%	21%	18%	

2ª BRIGADA			
SI	NO	INDIFERENTE	TOTAL
9	7	8	24
38%	29%	33%	

3ª BRIGADA			
SI	NO	INDIFERENTE	TOTAL
16	6	5	27
59%	22%	19%	

4ª BRIGADA			
SI	NO	INDIFERENTE	TOTAL
35	1	5	41
85%	2%	12%	

5ª BRIGADA			
SI	NO	INDIFERENTE	TOTAL
32	3	4	39
82%	8%	10%	

PERSONAL CIVIL Y LABORAL			
SI	NO	INDIFERENTE	TOTAL
27	8	5	40
68%	20%	13%	

PERSONAL Y PROFESORES DEL CUD			
SI	NO	INDIFERENTE	TOTAL
14	3	3	20
70%	15%	15%	

DOTACIÓN Y PROFESORADO MILITAR			
SI	NO	INDIFERENTE	TOTAL
14	5	1	20
70%	25%	5%	

Pregunta 2

PREGUNTA 2			
SI	NO	INDIFERENTE	TOTAL
212	15	23	250
85%	6%	9%	

1ª BRIGADA			
SI	NO	INDIFERENTE	TOTAL
31	3	5	39
79%	8%	13%	

2ª BRIGADA			
SI	NO	INDIFERENTE	TOTAL
20	3	1	24
83%	13%	4%	

3ª BRIGADA			
SI	NO	INDIFERENTE	TOTAL
24	0	3	27
89%	0%	11%	

4ª BRIGADA			
SI	NO	INDIFERENTE	TOTAL
38	2	1	41
93%	5%	2%	

5ª BRIGADA			
SI	NO	INDIFERENTE	TOTAL
35	3	1	39
90%	8%	3%	

PERSONAL CIVIL Y LABORAL			
SI	NO	INDIFERENTE	TOTAL
30	2	8	40
75%	5%	20%	

PERSONAL Y PROFESORES DEL CUD			
SI	NO	INDIFERENTE	TOTAL
18	1	1	20
90%	5%	5%	

DOTACIÓN Y PROFESORADO MILITAR			
SI	NO	INDIFERENTE	TOTAL
16	1	3	20
80%	5%	15%	

Pregunta 3

PREGUNTA 3			
SI	NO	INDIFERENTE	TOTAL
165	41	44	250
66%	16%	18%	

1ª BRIGADA			
SI	NO	INDIFERENTE	TOTAL
24	6	8	39
62%	15%	21%	

2ª BRIGADA			
SI	NO	INDIFERENTE	TOTAL
17	4	3	24
71%	17%	13%	

3ª BRIGADA			
SI	NO	INDIFERENTE	TOTAL
19	6	2	27
70%	22%	7%	

4ª BRIGADA			
SI	NO	INDIFERENTE	TOTAL
30	4	7	41
73%	10%	17%	

5ª BRIGADA			
SI	NO	INDIFERENTE	TOTAL
31	3	5	39
79%	8%	13%	

PERSONAL CIVIL Y LABORAL			
SI	NO	INDIFERENTE	TOTAL
21	9	10	40
53%	23%	25%	

PERSONAL Y PROFESORES DEL CUD			
SI	NO	INDIFERENTE	TOTAL
12	3	5	20
60%	15%	25%	

DOTACIÓN Y PROFESORADO MILITAR			
SI	NO	INDIFERENTE	TOTAL
11	6	3	20
55%	30%	15%	

Pregunta 4

PREGUNTA 4			
BARRIO INDUSTRIAL	CASI	OTRO	TOTAL
123	103	26	250
49%	41%	10%	

1ª BRIGADA			
BARRIO INDUSTRIAL	CASI	OTRO	TOTAL
26	11	2	39
67%	28%	5%	

2ª BRIGADA			
BARRIO INDUSTRIAL	CASI	OTRO	TOTAL
8	16	0	24
33%	67%	0%	

3ª BRIGADA			
BARRIO INDUSTRIAL	CASI	OTRO	TOTAL
13	11	3	27
48%	41%	11%	

4ª BRIGADA			
BARRIO INDUSTRIAL	CASI	OTRO	TOTAL
20	17	4	41
49%	41%	10%	

5ª BRIGADA			
BARRIO INDUSTRIAL	CASI	OTRO	TOTAL
16	14	9	39
41%	36%	23%	

PERSONAL CIVIL Y LABORAL			
BARRIO INDUSTRIAL	CASI	OTRO	TOTAL
22	15	3	40
55%	38%	8%	

PERSONAL Y PROFESORES DEL CUD			
BARRIO INDUSTRIAL	CASI	OTRO	TOTAL
6	12	2	20
30%	60%	10%	

DOTACIÓN Y PROFESORADO MILITAR			
BARRIO INDUSTRIAL	CASI	OTRO	TOTAL
12	7	1	20
60%	35%	5%	

ANEXO II: PLANOS

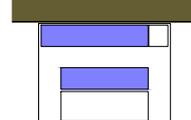


RESIDENCIA DE SUBOFICIALES.

MURO DE LA RESIDENCIA DE SUBOFICIALES, REFERENCIA DEL NUEVO EDIFICIO PROYECTADO.

CUARTEL DE MARINERÍA.

MURO RESIDENCIA SUBOFICIALES



EDIFICIO-APARCAMIENTO

VISTA V2

VISTA V1

VISTA V1. HACIA LA ESQUINA DEL MURO RESIDENCIA DE SUBOFICIALES.

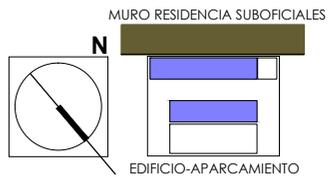


RESIDENCIA DE SUBOFICIALES.

MURO DE LA RESIDENCIA DE SUBOFICIALES, REFERENCIA DEL NUEVO EDIFICIO PROYECTADO.

CUARTEL DE MARINERÍA.

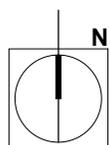
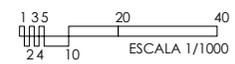
VISTA V2. VISTA FRONTAL DEL MURO RESIDENCIA DE SUBOFICIALES.



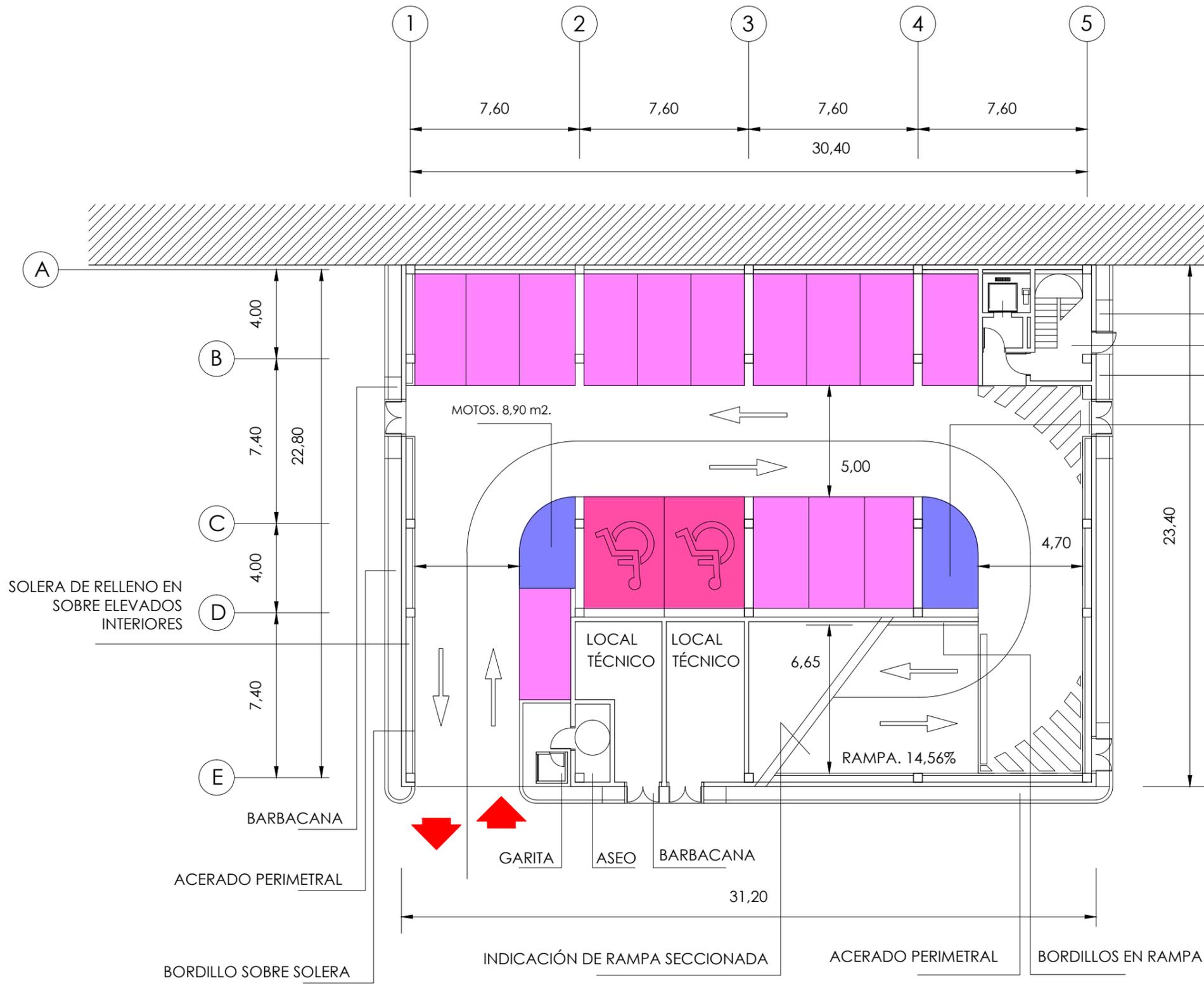
Fecha	Nombre	CUD - ENM 
2018	AF. Carlos Carvajal Cervera	
Escala	Trabajo Fin de Grado.	
S/E.	ESTUDIO DE REQUERIMIENTOS Y DISEÑO PRELIMINAR DE UN APARCAMIENTO EN ALTURA PARA VEHICULOS EN LA ENM.	Grupo 2 N° 7
Formato	Vistas en 3D del Emplazamiento.	Lámina N°. 0
A3		



- LOCALIZACIÓN DE LA ACTUACIÓN.
- EDIFICIOS CONTIGUOS MAS SIGNIFICATIVOS.
- LOCALIZACIÓN DEL EDIFICIO-APARCAMIENTO.



Fecha	Nombre	CUD - ENM			
2018	AF. Carlos Carvajal Cervera				
Escala	Trabajo Fin de Grado.				
1:200	ESTUDIO DE REQUERIMIENTOS Y DISEÑO PRELIMINAR DE UN APARCAMIENTO EN ALTURA PARA VEHICULOS EN LA ENM.	Grupo	2	Nº	7
Formato	Emplazamiento.	Lámina Nº.	1		
A3					



BARBACANA NUCLEO DE COMUNICACIÓN VERTICAL. ASCENSOR Y ESCALERA DE EMERGENCIA

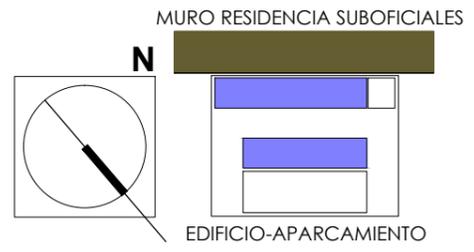
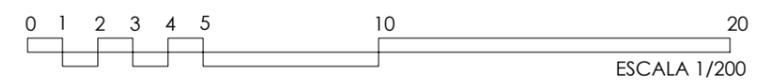
ACERADO PERIMETRAL

MOTOS. 11,15 m²

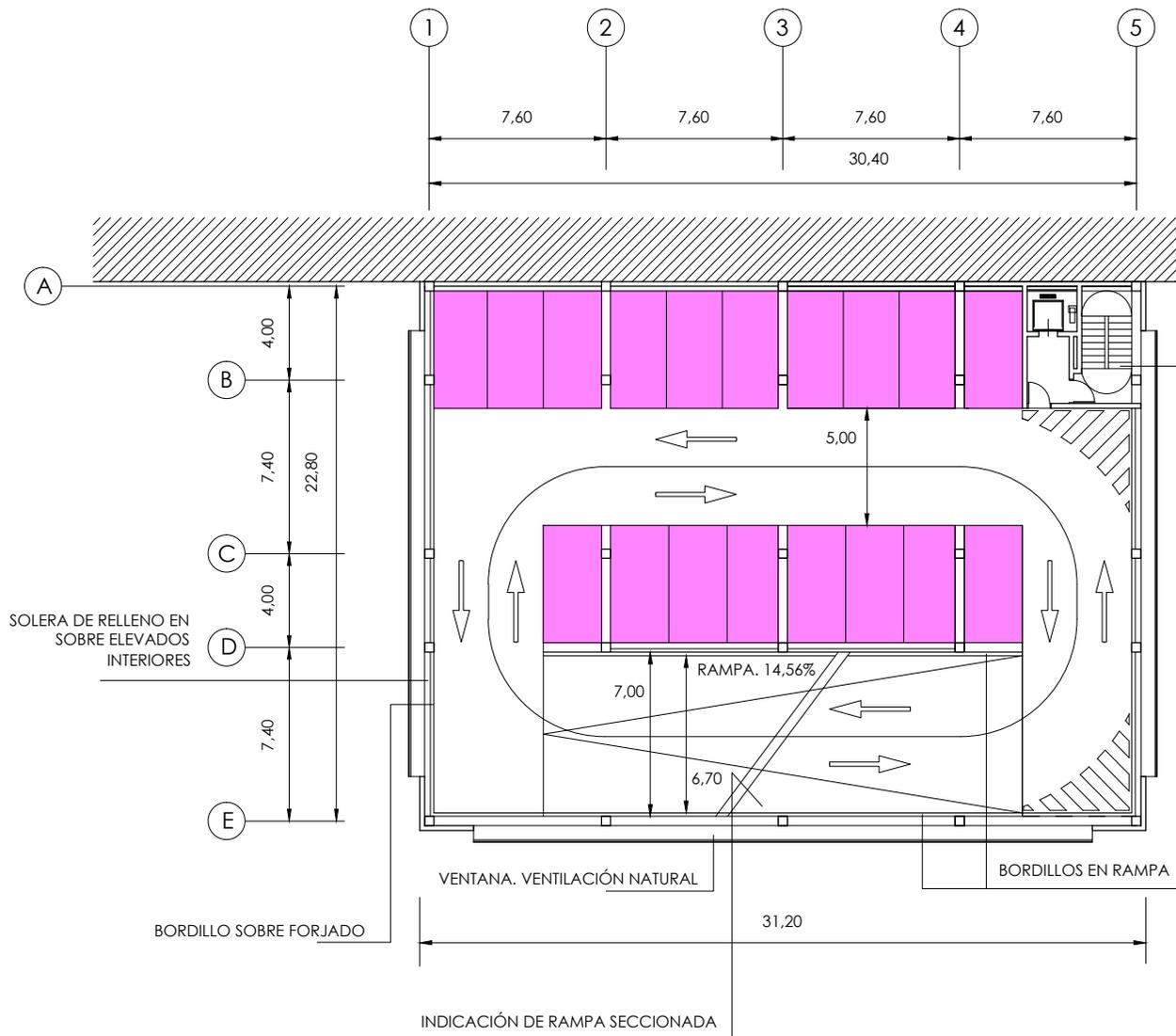
APARCAMIENTO ESCUELA NAVAL MILITAR. DATOS GENERALES					
PLANTAS	SUPERFICIE CONSTRUIDA	PLAZAS	OTROS PARÁMETROS		
			RELACIÓN SC/PL	ALTURA LIBRE	ALTURA PLANTAS
PLANTA BAJA	730,10 m ² .	16 PLAZAS.	40 m ² /Plaza.	2,65 m.	3,00 m.
PLANTA PRIMERA	730,10 m ² .	18 PLAZAS.			
PLANTA SEGUNDA	730,10 m ² .	18 PLAZAS.			
PLANTA TERCERA	730,10 m ² .	18 PLAZAS.			
PLANTA CUARTA	595,60 m ² .	19 PLAZAS.	12,00 m.	+ 11,50 m.	0,50 m.
TOTAL	3.516,00 m².	89 PLAZAS.	ESPEJOR ESTIMADO FOJADO	SEPARACION CUARTEL MARINERIA	SEPARACION RESIDENCIA S.
			0,35 m.	7,00 m.	8,50 m.
TOTAL PLAZAS DE MINUSVÁLIDOS		3 PLAZAS.	TOTAL ÁREA MOTOS		36,30 m².

DIMENSIONES DEL EDIFICIO:
31,20 m x 23,40 m x 13,12 m. (Hasta cota superior de peto de última planta).

- PLAZAS DE MINUSVÁLIDO. DIMENSIONES: 3,36 m X 5,00 m.
- PLAZAS DE APARCAMIENTO. VEHÍCULOS. 2,40 X 5,00 m.
- PLAZAS DE APARCAMIENTO. MOTOS.



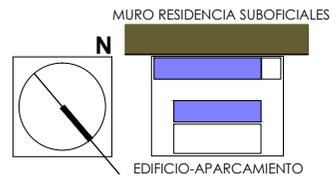
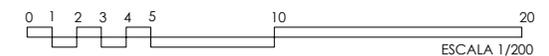
Fecha	Nombre	CUD - ENM	Grupo	2	Nº	7
2018	AF. Carlos Carvajal Cervera					
Escala	Trabajo Fin de Grado.	Lámina Nº.	2			
1:200	ESTUDIO DE REQUERIMIENTOS Y DISEÑO PRELIMINAR DE UN APARCAMIENTO EN ALTURA PARA VEHÍCULOS EN LA ENM.					
Formato	Planta Baja. Planta de Acceso.					
A3						



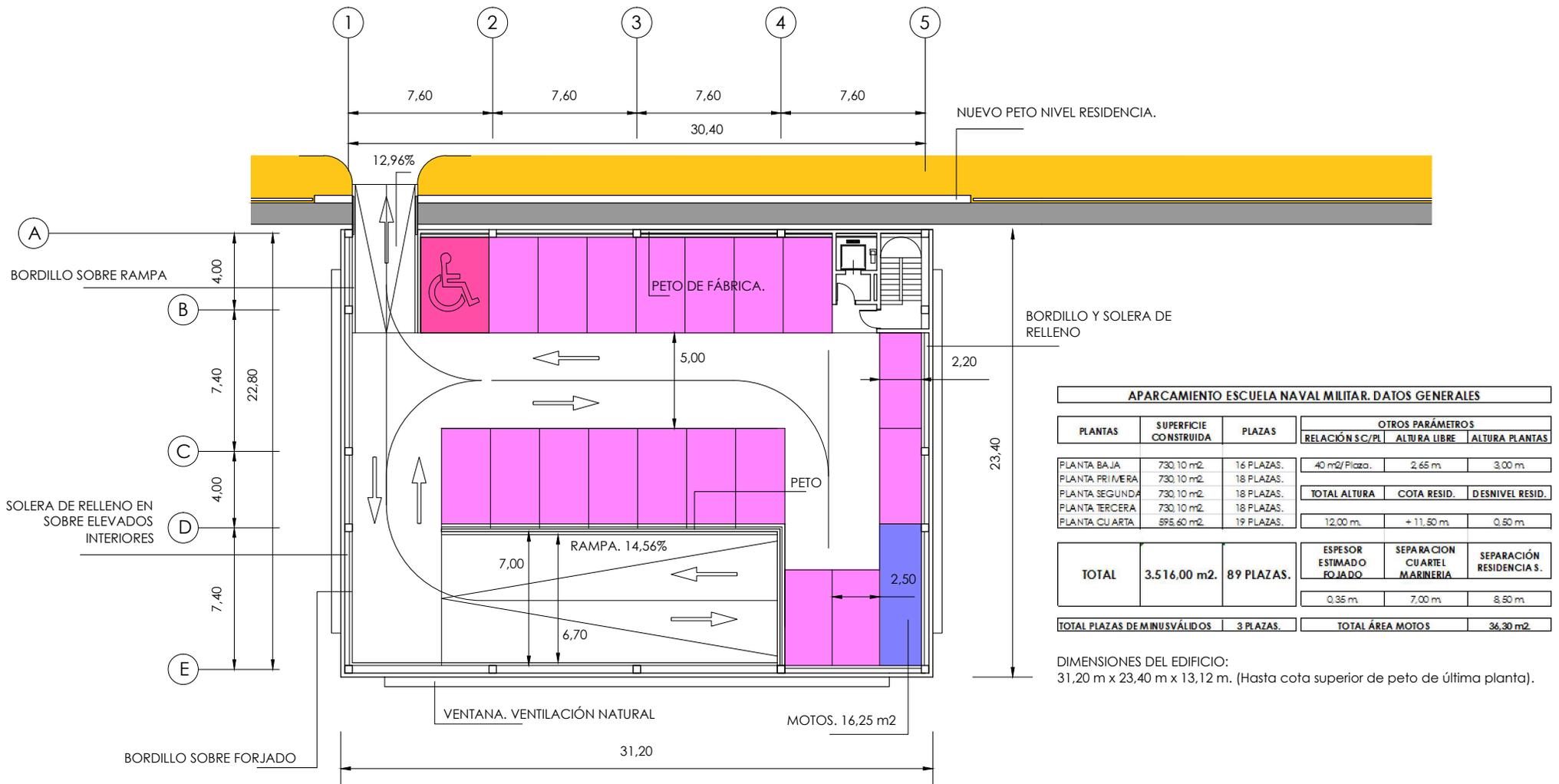
APARCAMIENTO ESCUELA NAVAL MILITAR. DATOS GENERALES					
PLANTAS	SUPERFICIE CONSTRUIDA	PLAZAS	OTROS PARÁMETROS		
			RELACIÓN S/C/PL.	ALTURA LIBRE	ALTURA PLANTAS
PLANTA BAJA	730,10 m ²	16 PLAZAS.	40 m ² /Plaza.	2,65 m.	3,00 m.
PLANTA PRIMERA	730,10 m ²	18 PLAZAS.			
PLANTA SEGUNDA	730,10 m ²	18 PLAZAS.			
PLANTA TERCERA	730,10 m ²	18 PLAZAS.			
PLANTA CUARTA	695,60 m ²	19 PLAZAS.			
TOTAL	3.516,00 m².	89 PLAZAS.			
			ESPEJOR ESTIMADO FOJADO	SEPARACION CUARTEL MARINERIA	SEPARACION RESIDENCIA S.
			0,35 m.	7,00 m.	8,50 m.
TOTAL PLAZAS DE MINUSVÁLIDOS	3 PLAZAS.		TOTAL ÁREA MOTOS	36,30 m².	

DIMENSIONES DEL EDIFICIO:
31,20 m x 23,40 m x 13,12 m. (Hasta cota superior de peto de última planta).

PLAZAS DE APARCAMIENTO. VEHÍCULOS. 2,40 X 5,00 m.



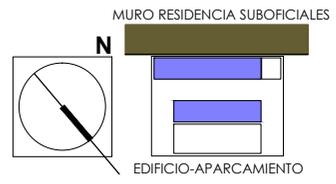
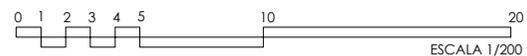
Fecha	Nombre	CUD - ENM	Grupo	2	Nº	7
2018	AF. Carlos Carvajal Cervera					
Escala	Trabajo Fin de Grado.					
1:200	ESTUDIO DE REQUERIMIENTOS Y DISEÑO PRELIMINAR DE UN APARCAMIENTO EN ALTURA PARA VEHÍCULOS EN LA ENM.					
Formato	Planta Tipo. Plantas 1, 2, 3.		Lámina Nº.			
A3						3



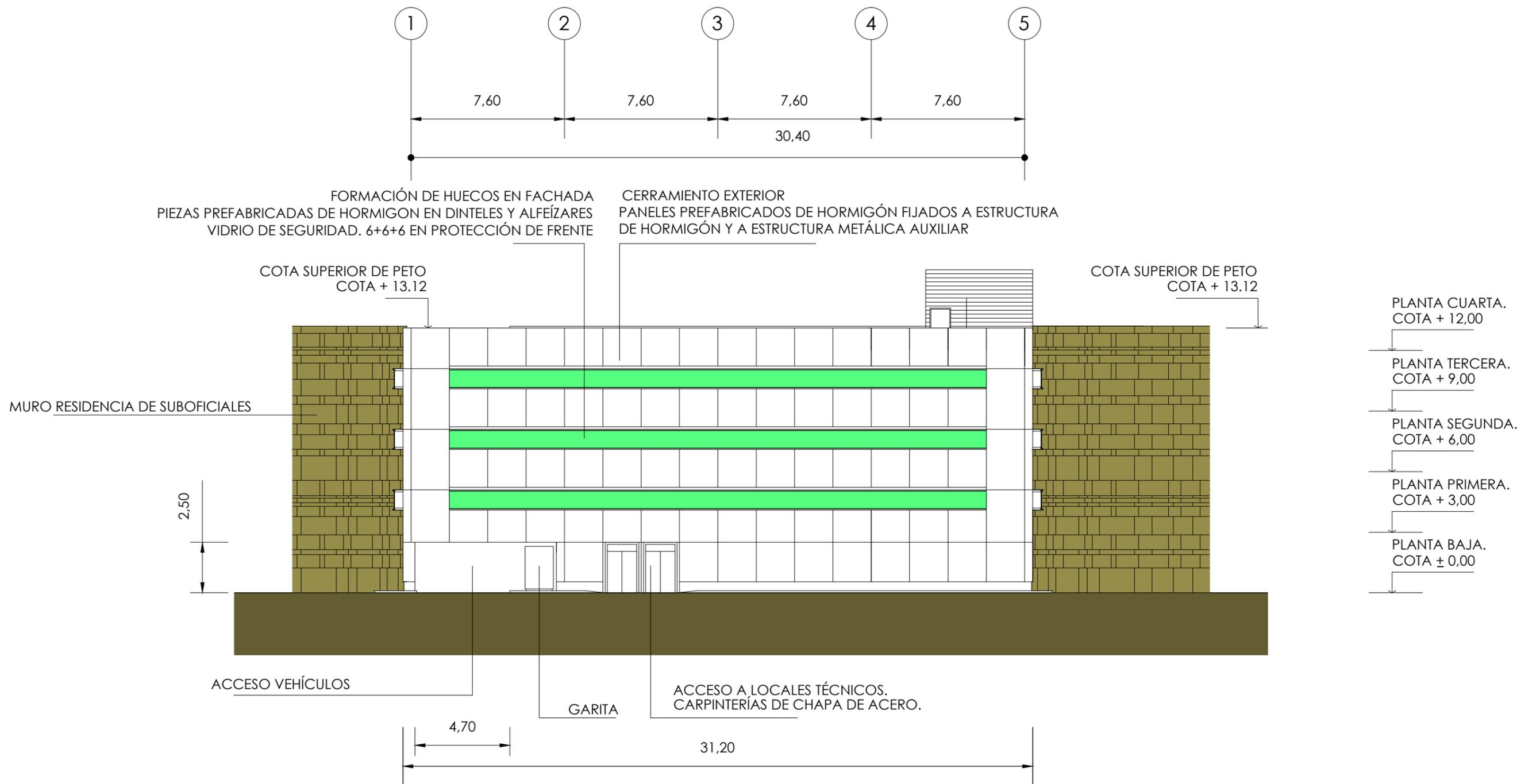
APARCAMIENTO ESCUELA NAVAL MILITAR. DATOS GENERALES					
PLANTAS	SUPERFICIE CONSTRUIDA	PLAZAS	OTROS PARÁMETROS		
			RELACIÓN S/C/PL.	ALTURA LIBRE	ALTURA PLANTAS
PLANTA BAJA	730,10 m ²	16 PLAZAS.	40 m ² /Plaza.	2,65 m.	3,00 m.
PLANTA PRIMERA	730,10 m ²	18 PLAZAS.			
PLANTA SEGUNDA	730,10 m ²	18 PLAZAS.			
PLANTA TERCERA	730,10 m ²	18 PLAZAS.			
PLANTA CUARTA	595,60 m ²	19 PLAZAS.			
TOTAL	3.516,00 m².	89 PLAZAS.			
			ESPESOR ESTIMADO FOJADO	SEPARACION CUARTEL MARINERIA	SEPARACION RESIDENCIA S.
			0,35 m.	7,00 m.	8,50 m.
TOTAL PLAZAS DE MINUSVÁLIDOS	3 PLAZAS.		TOTAL ÁREA MOTOS	36,30 m².	

DIMENSIONES DEL EDIFICIO:
31,20 m x 23,40 m x 13,12 m. (Hasta cota superior de peto de última planta).

- PLAZA DE MINUSVÁLIDO. DIMENSIONES: 3,36 X 5,00 m.
- PLAZAS DE APARCAMIENTO. VEHÍCULOS. 2,58 X 5,00 m.
- PLAZAS DE APARCAMIENTO. MOTOS.



Fecha	Nombre	CUD - ENM	
2018	AF. Carlos Carvajal Cervera		
Escala	Trabajo Fin de Grado.	Grupo	2
1:200	ESTUDIO DE REQUERIMIENTOS Y DISEÑO PRELIMINAR DE UN APARCAMIENTO EN ALTURA PARA VEHÍCULOS EN LA ENM.	Nº	7
Formato	Planta Superior. Planta 4. Conexión con Residencia de Suboficiales.	Lámina Nº.	4
A3			



FORMACIÓN DE HUECOS EN FACHADA
PIEZAS PREFABRICADAS DE HORMIGÓN EN DINTELES Y ALFÉIZARES
VIDRIO DE SEGURIDAD. 6+6+6 EN PROTECCIÓN DE FRENTE

CERRAMIENTO EXTERIOR
PANELES PREFABRICADOS DE HORMIGÓN FIJADOS A ESTRUCTURA
DE HORMIGÓN Y A ESTRUCTURA METÁLICA AUXILIAR

COTA SUPERIOR DE PETO
COTA + 13,12

COTA SUPERIOR DE PETO
COTA + 13,12

MURO RESIDENCIA DE SUBOFICIALES

2,50

PLANTA CUARTA.
COTA + 12,00

PLANTA TERCERA.
COTA + 9,00

PLANTA SEGUNDA.
COTA + 6,00

PLANTA PRIMERA.
COTA + 3,00

PLANTA BAJA.
COTA ± 0,00

ACCESO VEHÍCULOS

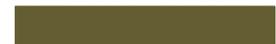
GARITA

ACCESO A LOCALES TÉCNICOS.
CARPINTERÍAS DE CHAPA DE ACERO.

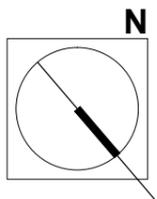
4,70

31,20

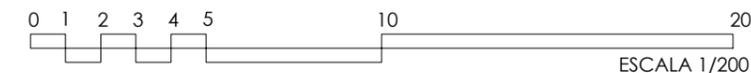
MURO RESIDENCIA SUBOFICIALES



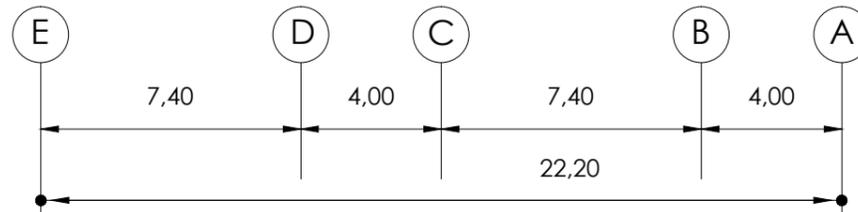
EDIFICIO-APARCAMIENTO



ALZADO A1



Fecha	Nombre	CUD - ENM			
2018	AF. Carlos Carvajal Cervera				
Escala	Trabajo Fin de Grado.	Grupo	2	Nº	7
1:200	ESTUDIO DE REQUERIMIENTOS Y DISEÑO PRELIMINAR DE UN APARCAMIENTO EN ALTURA PARA VEHÍCULOS EN LA ENM.	Lámina Nº.	5		
Formato	Alzado 1 Alzado Frontal Noreste. Acabados de Fachada.				
A3					



CASETÓN EN CUBIERTA DEL NUCLEO DE COMUNICACIÓN VERTICAL. ASCENSOR Y ESCALERA DE EMERGENCIA

FORMACIÓN DE HUECOS EN FACHADA
PIEZAS PREFABRICADAS DE HORMIGÓN EN DINTELES Y ALFÉIZARES
VIDRIO DE SEGURIDAD. 6+6+6 EN PROTECCIÓN DE FRENTE

CERRAMIENTO EXTERIOR
PANELES PREFABRICADOS DE HORMIGÓN FIJADOS A ESTRUCTURA DE HORMIGÓN Y A ESTRUCTURA METÁLICA AUXILIAR

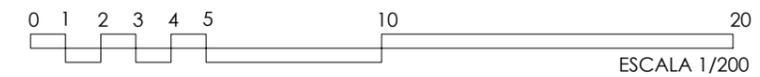
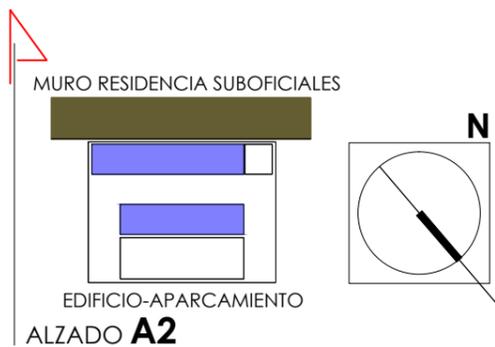
MURO RESIDENCIA DE SUBOFICIALES.



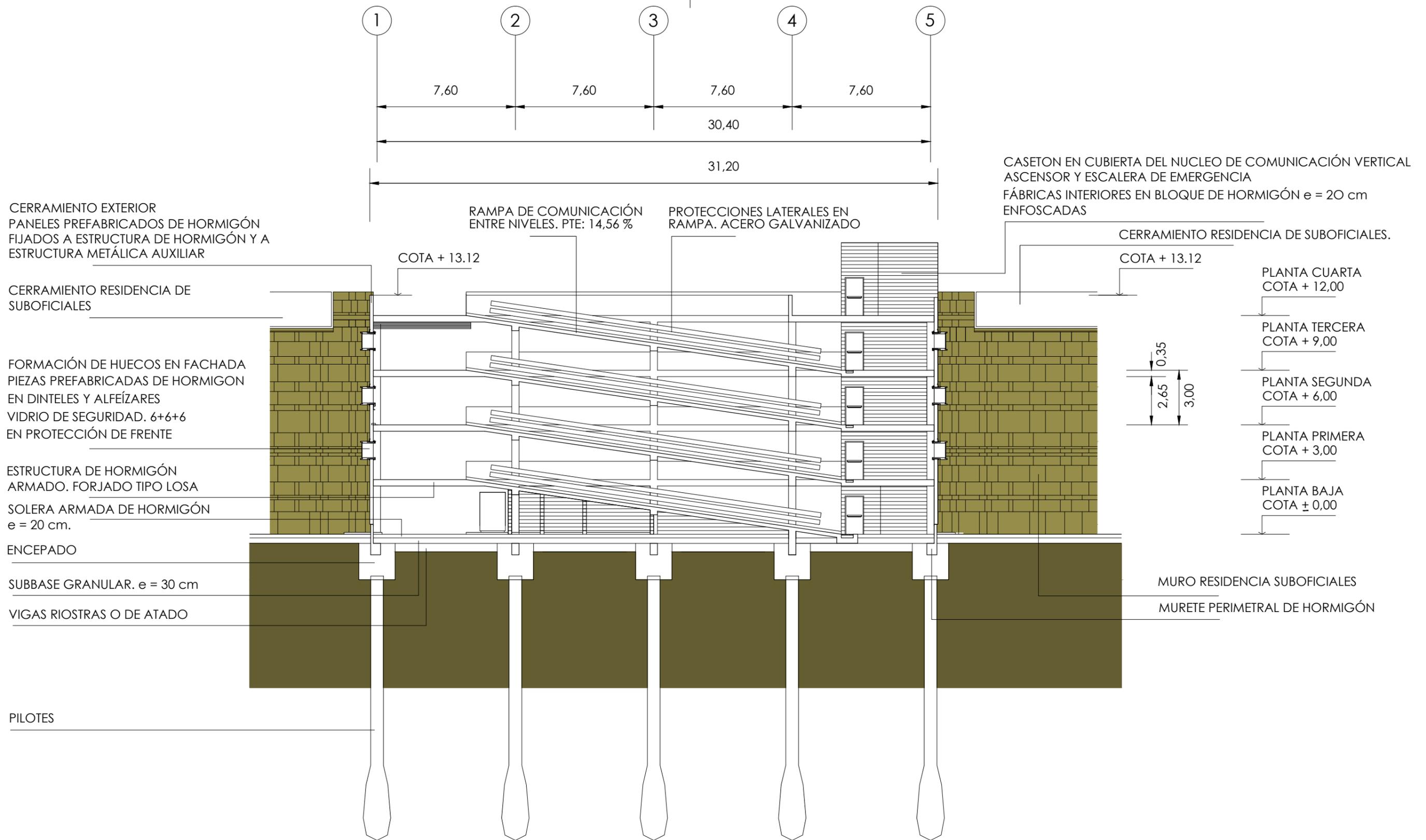
SALIDA DE EMERGENCIA.
CARPINTERÍAS DE CHAPA DE ACERO.

- PLANTA CUARTA
COTA + 12,00
- PLANTA TERCERA
COTA + 9,00
- PLANTA SEGUNDA
COTA + 6,00
- PLANTA PRIMERA
COTA + 3,00
- PLANTA BAJA
COTA ± 0,00

23,40



Fecha	Nombre	CUD - ENM			
2018	AF. Carlos Carvajal Cervera				
Escala	Trabajo Fin de Grado.	Grupo	2	Nº	7
1:200	ESTUDIO DE REQUERIMIENTOS Y DISEÑO PRELIMINAR DE UN APARCAMIENTO EN ALTURA PARA VEHÍCULOS EN LA ENM.	Lámina Nº.	6		
Formato	Alzado 2. Alzado Lateral Sureste. Acabados de Fachada.				
A3					



CERRAMIENTO EXTERIOR
PANELES PREFABRICADOS DE HORMIGÓN
FIJADOS A ESTRUCTURA DE HORMIGÓN Y A
ESTRUCTURA METÁLICA AUXILIAR

CERRAMIENTO RESIDENCIA DE
SUBOFICIALES

FORMACIÓN DE HUECOS EN FACHADA
PIEZAS PREFABRICADAS DE HORMIGÓN
EN DINTELES Y ALFÉIZARES
VIDRIO DE SEGURIDAD. 6+6+6
EN PROTECCIÓN DE FRENTE

ESTRUCTURA DE HORMIGÓN
ARMADO. FORJADO TIPO LOSA

SOLERA ARMADA DE HORMIGÓN
e = 20 cm.

ENCEPADO

SUBBASE GRANULAR. e = 30 cm

VIGAS RIOSTRAS O DE ATADO

PILOTES

RAMPA DE COMUNICACIÓN
ENTRE NIVELES. PTE: 14,56 %

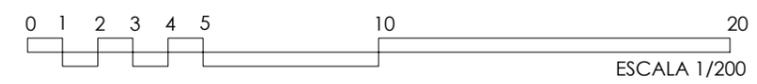
PROTECCIONES LATERALES EN
RAMPA. ACERO GALVANIZADO

CASETÓN EN CUBIERTA DEL NUCLEO DE COMUNICACIÓN VERTICAL
ASCENSOR Y ESCALERA DE EMERGENCIA
FÁBRICAS INTERIORES EN BLOQUE DE HORMIGÓN e = 20 cm
ENFOSCADAS

CERRAMIENTO RESIDENCIA DE SUBOFICIALES.

PLANTA CUARTA
COTA + 12,00
PLANTA TERCERA
COTA + 9,00
PLANTA SEGUNDA
COTA + 6,00
PLANTA PRIMERA
COTA + 3,00
PLANTA BAJA
COTA ± 0,00

MURO RESIDENCIA SUBOFICIALES
MURETE PERIMETRAL DE HORMIGÓN



Fecha	Nombre	CUD - ENM	 		
2018	AF. Carlos Carvajal Cervera				
Escala	Trabajo Fin de Grado.	Grupo	2	Nº	7
1:200	ESTUDIO DE REQUERIMIENTOS Y DISEÑO PRELIMINAR DE UN APARCAMIENTO EN ALTURA PARA VEHÍCULOS EN LA ENM.	Lámina Nº.	7		
Formato	Sección S1 Longitudinal por rampas. Acabados.				
A3					

RAMPA ACCESO RESIDENCIA DE SUBOFICIALES. PTE.: 12,96 %

PASARELA METÁLICA

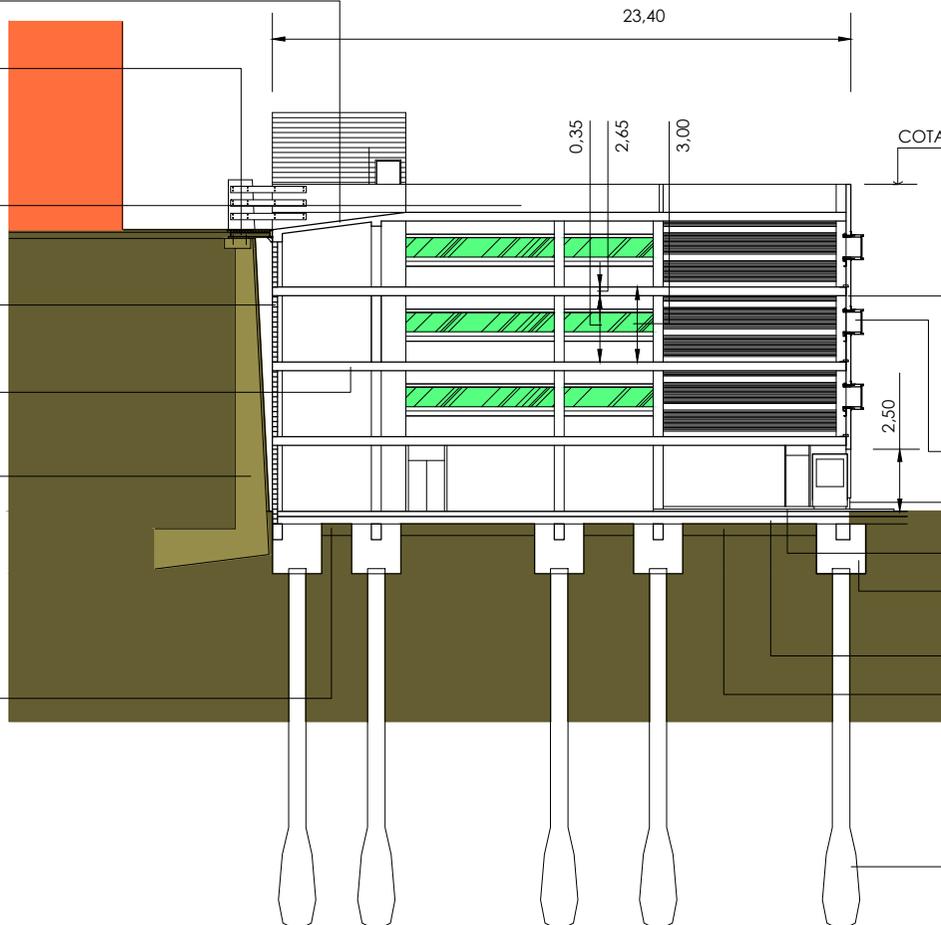
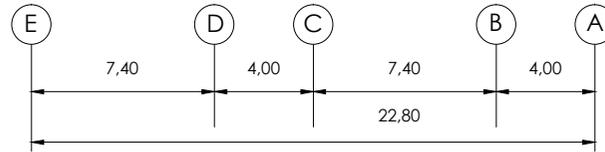
CERRAMIENTO EXTERIOR. PANELES PREFABRICADOS DE HORMIGÓN FIJADOS A ESTRUCTURA DE HORMIGÓN Y A ESTRUCTURA METÁLICA AUXILIAR

CERRAMIENTO POSTERIOR. BLOQUE DE HORMIGÓN ARMADO e = 20 cm, ENFOSCADO A UNA CARA

ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO. FORJADO TIPO LOSA.

MURO RESIDENCIA DE SUBOFICIALES.

VIGAS RIOSTRAS O DE ATADO.



CERRAMIENTO EXTERIOR. PANELES PREFABRICADOS DE HORMIGÓN FIJADOS A ESTRUCTURA DE HORMIGÓN Y A ESTRUCTURA METÁLICA AUXILIAR.

FORMACIÓN DE HUECOS EN FACHADA. PIEZAS PREFABRICADAS DE HORMIGÓN EN DINTELES Y ALFÉIZARES. VIDRIO DE SEGURIDAD. 6+6+6 EN PROTECCIÓN DE FRENTE

MURETE PERIMETRAL DE HORMIGÓN ARMADO

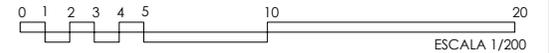
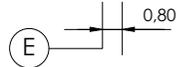
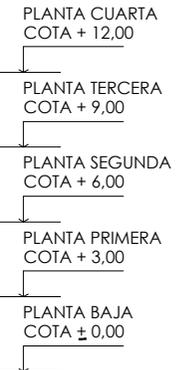
SOLERA ARMADA DE HORMIGÓN. e = 20 cm

ENCEPADO

SUBBASE GRANULAR. e = 30 cm

VIGAS RIOSTRAS O DE ATADO

PILOTES



Fecha	Nombre	CUD - ENM	Grupo	2	Nº	7
2018	AF. Carlos Carvajal Cervera					
Escala	Trabajo Fin de Grado.	ESTUDIO DE REQUERIMIENTOS Y DISEÑO PRELIMINAR DE UN APARCAMIENTO EN ALTURA PARA VEHICULOS EN LA ENM.	Lámina Nº.	8		
1:200						
Formato	Sección S2 Transversal. Por conexión con Residencia de Suboficiales. Acabados.					
A3						

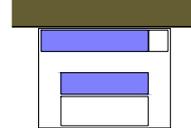


VISTA V4. VISTA DEL EMPLAZAMIENTO GENERAL.

CUARTEL DE MARINERÍA.

NUEVO EDIFICIO-APARCAMIENTO PROPUESTO.

MURO RESIDENCIA SUBOFICIALES



EDIFICIO-APARCAMIENTO

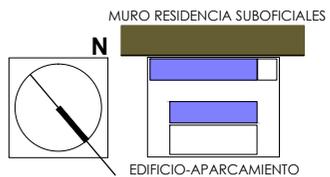
VISTA V4

VISTA V5

RESIDENCIA DE SUBOFICIALES.
MURO DE LA RESIDENCIA DE
SUBOFICIALES. REFERENCIA DEL
NUEVO EDIFICIO PROYECTADO.



VISTA V5. VISTA DEL ACCESO Y SALIDA DEL APARCAMIENTO EN PLANTA BAJA.



Fecha	Nombre	CUARTEL DE MARINERÍA.	CUD - ENM 	
2018	AF. Carlos Carvajal Cervera			
Escala	Trabajo Fin de Grado.			
S/E.	ESTUDIO DE REQUERIMIENTOS Y DISEÑO PRELIMINAR DE UN APARCAMIENTO EN ALTURA PARA VEHICULOS EN LA ENM.			Grupo
Formato	Vistas en 3D del Nuevo Edificio-Aparcamiento en su emplazamiento			2
A3				Nº
				7
				Lámina Nº.
				9