

SUMARI

1.	Motivació	3
2.	Objectius	4
3.	Antecedents	5
4.	Abast.....	6
5.	Planificació temporal	7
6.	Introducció	10
6.1.	Situació actual de l'aparcament (ubicació i emplaçament)	10
6.2.	Descripció de la zona d'estudi	10
6.3.	Estudi del trànsit.....	11
7.	Propostes	15
7.1.	Estudi de tipologies.....	15
7.2.	Estudi d'alternatives.....	16
7.2.1.	Aparcament exterior	16
7.2.2.	Aparcament amb una planta soterrada	16
7.2.3.	Aparcament amb dues plantes soterrades	17
7.2.4.	Aparcament amb tres plantes soterrades	18
7.3.	Comparativa alternatives	20
8.	Estudi estructural	23
8.1.	Moviment de terres i estabilització del terreny	23
8.2.	Elements estructurals	28
8.2.1.	Fonaments.....	28
8.2.2.	Pilars	31
8.2.3.	Jàsseres.....	33
8.2.4.	Forjats	35
8.2.5.	Altres elements	37
9.	Estudi de les instal·lacions.....	39
9.1.	Instal·lacions contra incendis	39
9.2.	Instal·lacions sanitàries	42
9.3.	Instal·lacions de sanejament	45
9.4.	Instal·lacions de ventilació	46
9.5.	Instal·lacions elèctriques	55
10.	Justificació del compliment de la normativa	59
10.1.	Justificació del compliment de la normativa urbanística	59
10.2.	Justificació del compliment de l'ordenança d'usos i activitats	62



10.3.	Justificació del compliment de la normativa d'accessibilitat....	65
10.4.	Justificació del compliment de la normativa d'instal·lacions ...	69
11.	Conclusions	70
12.	Impacte ambiental	71
13.	Bibliografia	73

1. Motivació

En el moment actual, en que el sòl urbà té un preu considerable i el parc mòbil ha augmentat a velocitat superior que la de disponibilitat d'aparcament lliure, la necessitat d'aparcaments a baix cost, tant de fabricació com de manteniment, és un tema actual i que sempre m'ha encuriolit, per tant, la selecció de tema per al meu PFC em proporcionava l'oportunitat de desenvolupar aquesta inquietud.

El fet que vaig tenir coneixement de la necessitat de l'ETSEIAT d'un projecte-pressupost per a una hipotètica propera construcció d'un aparcament, sumat a que he cursat l'especialitat de construcció, em va acabar de decidir per triar aquest tema i dur a terme l'elaboració d'un projecte en aquesta línia, alhora que era un incentiu poder ajudar el centre on he passat els darrers anys.

2. Objectius

L'objectiu principal del present projecte consisteix en realitzar l'estudi de viabilitat de l'adequació dels espais d'aparcament de l'ETSEIAT (Escola Tècnica Superior d'Enginyeries Industrial i Aeronàutica de Terrassa) per a la construcció d'un edifici d'aparcament de vehicles, parcialment soterrat, a la zona limitada per l'INTEXTER, la residència d'estudiantat i la via d'entrada pel carrer Ramon i Cajal.

Es contemplen també com a objectius, la realització de l'anàlisi de diferents propostes i l'elaboració d'un plec de condicions particulars.



3. Antecedents

La creixent necessitat docent a l'ETSEIAT, arran de l'inici d'impartir de les noves titulacions a l'escola, ha generat un notable increment del número de professorat i de PAS que, a diari, ocupen l'espai d'aparcament del centre.

Aquest fet ha provocat que l'aparcament actual quedi insuficient, i que els conflictes que es produïen arran de la saturació d'aquest espai a hores de màxima concurrència, cada vegada són més freqüents, gairebé quotidians.

Per part de l'escola, en concret, per part de l'Administradora i de la direcció del centre, hi ha voluntat de millorar la zona d'aparcament de treballadors de l'ETSEIAT, incrementant, en la mesura del possible, el seu número de places.

4. Abast

Aquest estudi, contempla la realització d'una proposta de construcció d'un edifici d'aparcament, amb diferents versions i costos. L'estudi de viabilitat elaborat, podria servir com a base del document tècnic que l'ETSEIAT requeriria si en algun moment, es fes realitat la creació d'aquest espai d'aparcament.

Aquest estudi, tal i com s'ha concebut per part del professorat que l'ha dirigit, i atenent els suggeriments i propostes de l'administració de l'ETSEIAT, s'ha centrat en la necessitat d'aparcament de vehicles de 4 rodes, i no s'ha contemplat la creació d'espais habilitats per a vehicles de 2 rodes.

Queda fora de l'abast d'aquest estudi, la conveniència de construcció de qualsevol dels edificis d'aparcament suggerits i dissenyats.

També queda fora de l'abast d'aquest estudi la part d'estudi econòmic relacionat amb permisos, subvencions o qualsevol altre aspecte legal, que no s'han contemplat en el pressupost elaborat ni en cap part de l'estudi.

5. Planificació temporal

En aquest apartat es pot veure la planificació temporal del present projecte. S'ha realitzat mitjançant el Diagrama de Gantt. En primer lloc, es pot trobar a la Taula 5.1 un resum de les diferents tasques realitzades amb la seva duració i la relació de entre elles. A les Figura 5.1 i Figura 5.2 es poden veure els Diagrama de Gantt i Diagrama de Gantt Crític respectivament.

Taula 5.1. Quadre resum del Diagrama de Gantt

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Predecesoras
1	Inici	0 días	jue 23/07/09	
2	Cerca d'informació	13 días	jue 23/07/09	
3	Plànol topogràfic	1 día	lun 27/07/09	1
4	Normativa urbanística	3 días	mar 04/08/09	1
5	Normativa específica	2 días	vie 07/08/09	1
6	Anàlisi del trànsit	7 días	jue 23/07/09	1
7	Propostes	88 días	mar 11/08/09	
8	Estudi tipologies	4 días	mar 11/08/09	3;4;5;6
9	Estudi alternatives	84 días	lun 17/08/09	
10	Aparcament exterior	15 días	mié 18/11/09	8
11	Aparcament 1PS	21 días	mar 20/10/09	8
12	Aparcament 2PS	22 días	vie 18/09/09	8
13	Aparcament 3PS	24 días	lun 17/08/09	8
14	Comparativa	2 días	mié 09/12/09	10;11;12;13
15	Estudi estructural	115 días	vie 11/12/09	
16	Cerca de prefabricats	3 días	vie 11/12/09	14
17	Murs pantalla	35 días	mié 31/03/10	14
18	Pilars	25 días	mié 16/12/09	14;16
19	Jàsseres	25 días	mié 20/01/10	14;16;18
20	Fonaments	25 días	mié 24/02/10	14;18;19
21	Tancaments verticals i escales	2 días	mié 19/05/10	16
22	Estudi instal·lacions	69 días	vie 21/05/10	
23	Instal·lacions contra incendis	15 días	vie 21/05/10	14;15
24	Instal·lacions sanitàries	13 días	mié 21/07/10	14;15
25	Instal·lacions sanejament	13 días	lun 09/08/10	14;15
26	Instal·lacions ventilació	14 días	jue 01/07/10	14;15
27	Instal·lacions elèctriques	14 días	vie 11/06/10	14;15;23
28	Conclusió	1 día	vie 17/09/10	14;15;22
29	Impacte ambiental	2 días	lun 13/09/10	14;15;22
30	Bibliografia	2 días	mié 15/09/10	14;15;22
31	Plec de condicions	6 días	jue 26/08/10	14;15;22
32	Pressupost	6 días	vie 03/09/10	14;15;22
33	Entrega final	0 días	vie 17/09/10	28;29;30;31;32

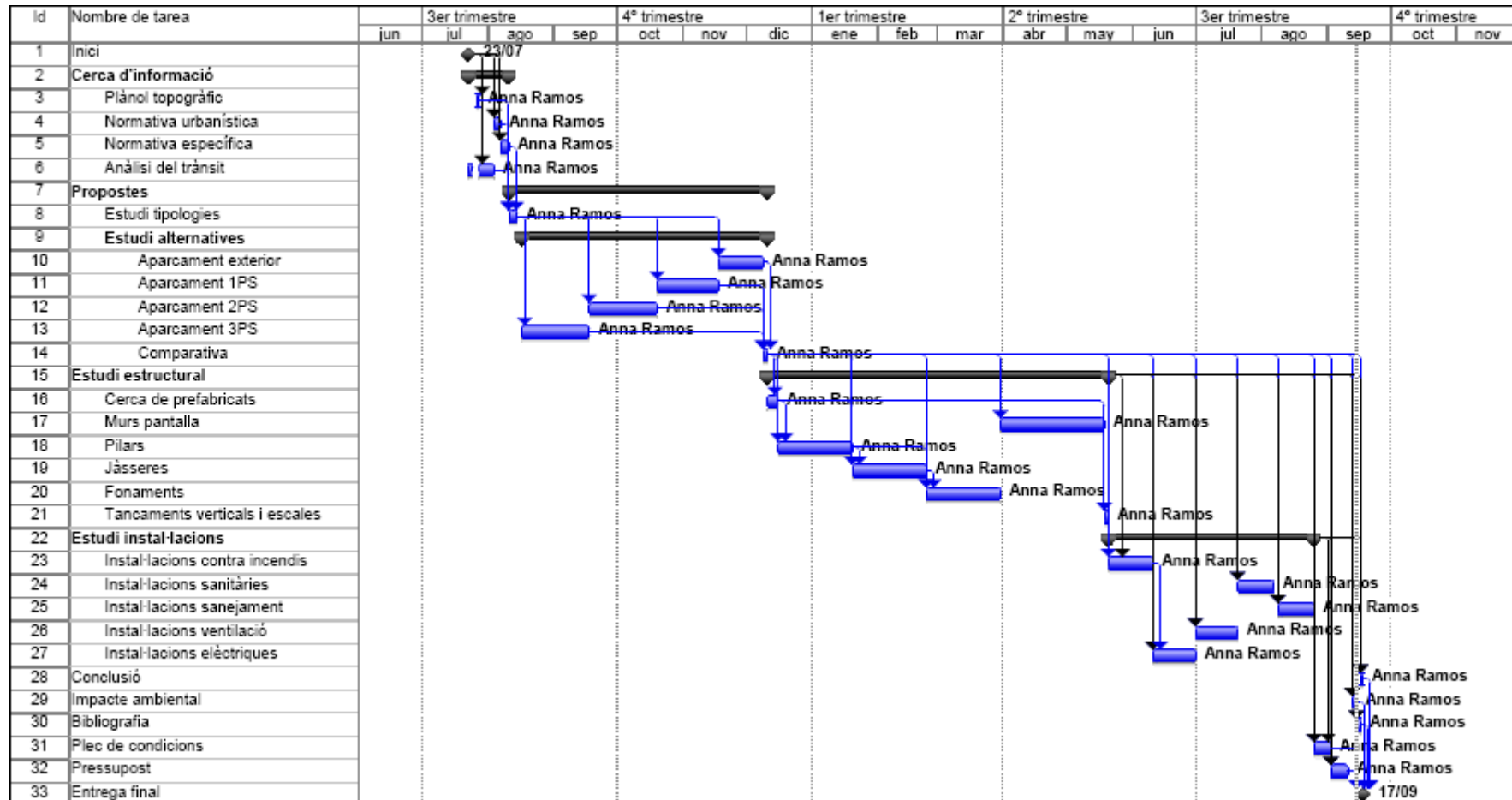


Figura 5.1. Diagrama de Gantt

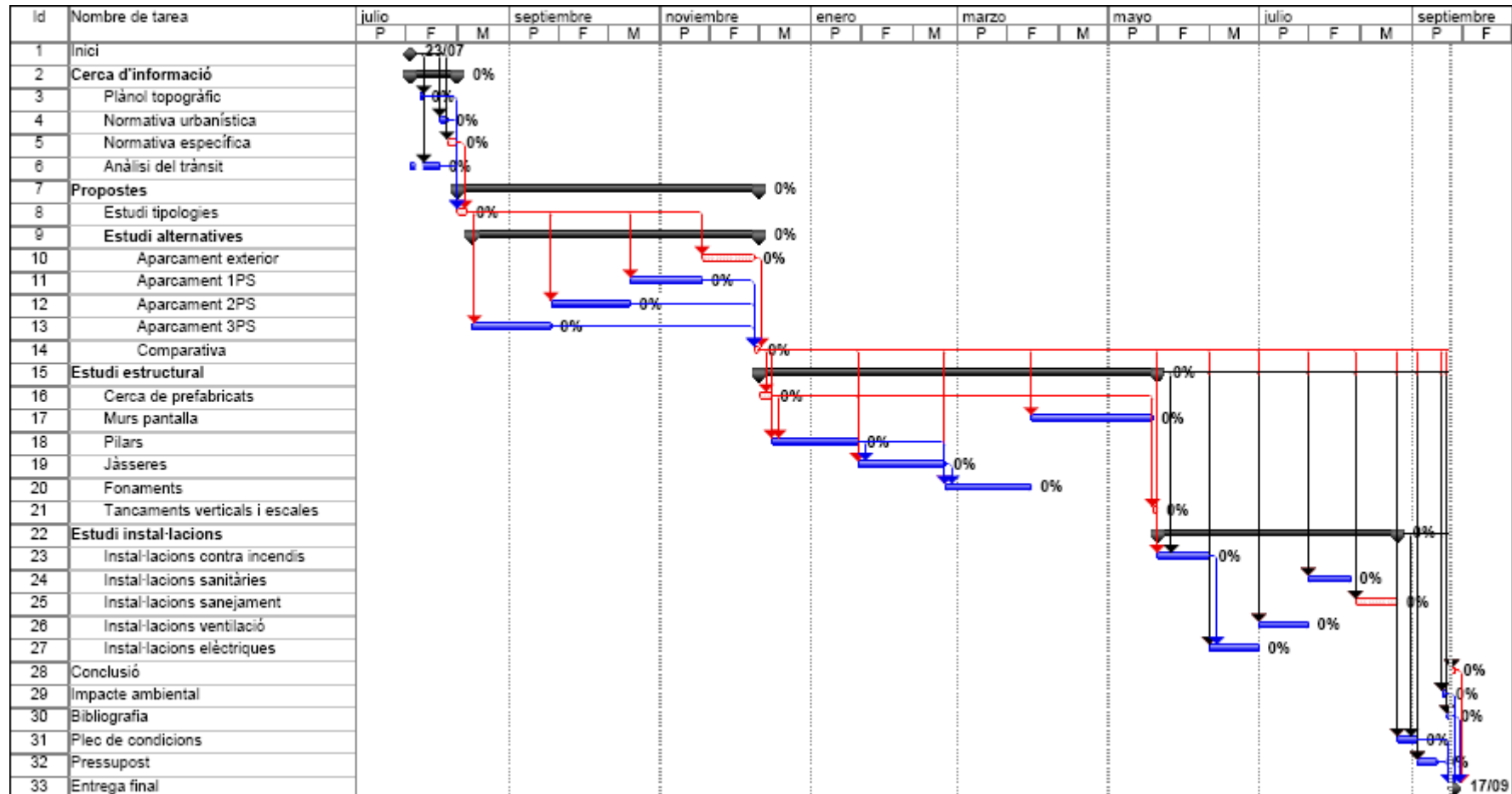


Figura 5.2. Diagrama de Gantt Crític

6. Introducció

6.1. Situació actual de l'aparcament (ubicació i emplaçament)

La parcel·la on es realitza l'estudi de l'aparcament pertany a la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) situada a Terrassa. Està delimitada pel carrer Colom, pel carrer Ramon i Cajal, pel carrer Miquel Vives i pel carrer Ricard Wagner. Al seu interior es poden trobar diferents edificis i instal·lacions pertanyents a la universitat. Es poden trobar l'edifici TR4, l'edifici TR45, l'edifici TR5 i el TR6 conjunt que forma l'actual ETSEIAT (Escola Tècnica Superior d'Enginyeries Industrial i Aeronàutica de Terrassa). També es pot localitzar al costat de l'ETSEIAT la residència d'estudiants (edifici TR31), així com, l'edifici TR7 conegut com INTEXTER (Institut d'Investigació Tèxtil i Cooperació Industrial de Terrassa).

L'aparcament es vol construir a la zona limitada per la residència d'estudiants, l'INTEXTER i la via d'entrada situada al carrer Ramon i Cajal. Aquesta localització es pot veure detalladament als *Plànols*.

6.2. Descripció de la zona d'estudi

La parcel·la estudiada té una superfície aproximada de 1245,50 m² considerant l'espai entre el carrer Ricard Wagner i la zona verda, tal i com es pot veure a la Figura 6.1.

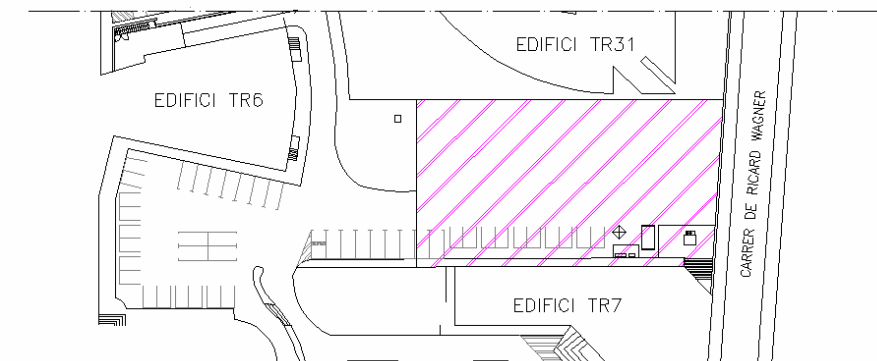


Figura 6.1. Parcel·la a estudiar

Però pel compliment de la normativa urbanística l'àrea es redueix significativament. S'han de complir les separacions mínimes tant a partions com a edificacions dins d'una mateixa parcel·la i, com es pot veure a la Figura 6.2, queda reduït a 604,50 m².

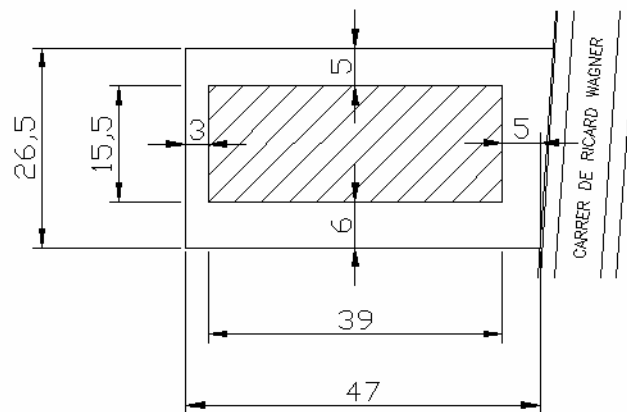


Figura 6.2. Parcel·la limitada per les separacions mínimes

El càlcul de la normativa urbanística està completament detallat a l'apartat de Justificació del compliment de la normativa d'aquest mateix document.

Una característica de la zona és que té una única entrada amb dues vies d'accés diferenciades. Només es pot accedir pel nord de la parcel·la, és a dir, pel costat de l'edifici TR6. Les dues vies d'accés a l'entrada són l'accés est pel carrer Ramon i Cajal i l'accés oest pel carrer Colom.

La parcel·la es troba a una cota topogràfica aproximada a 290 metres, tal i com es pot veure als *Plànols*. Per tant, es pot considerar una zona pràcticament plana. Amb el carrer Ricard Wagner hi ha un desnivell d'aproximadament 2,40 metres, sent la zona estudiada la cota més elevada.

6.3. Estudi del trànsit

En aquest apartat es realitza un estudi del trànsit de vehicles de l'ETSEIAT. Tots els vehicles que entren necessiten un lloc per aparcar. I aquest estudi relaciona el número de vehicles que entren amb el número de places existents.

Les persones que poden aparcar a l'interior de l'ETSEIAT són únicament les persones que hi treballen, ja que els estudiants tenen un aparcament propi situat a l'exterior. Els moviments, entrades i sortides, s'han classificat en diferents grups. Hi ha els moviments del personal de la unitat de gestió, del personal de l'ETSEIAT, del personal de l'INTEXTER, del personal de l'EUETIT, del personal dels serveis (bar, reprografia, mèdic, manteniment, etc.) i del personal del CTT (Centre de Transferència de Tecnologia).

L'estudi s'ha realitzat gràcies a les dades proporcionades per Cristina Fernández del Departament d'Economia, Administració i Serveis Externs (ESAE) de l'Unitat de Gestió del Campus Terrassa.

S'ha fet l'estudi de diferents setmanes en períodes diversos. Un període centrat en el mes d'octubre i un altre en el mes d'abril. Però s'han unificat per a realitzar l'anàlisi. L'estudi consta en indicar els vehicles que entren i surten durant una setmana laboral (de dilluns a divendres). Per comptabilitzar els moviments hi ha un lector en la barrera de cada accés que indica si es tracta d'una entrada o d'una sortida. A l'apartat d'Annex I. *Estudi del trànsit* es pot veure detalladament les dades obtingudes.

L'anàlisi de les dades obtingudes als diversos moviments, es recullen en els gràfics de la Figura 6.3 i Figura 6.4, amb la intenció de mostrar es podrien obtenir les places d'aparcament requerides.

- Gràfiques dels moviments:

Taula 6.2. Entrades i sortides de vehicles al diferents sectors d'estudi

	Unitat de gestió	ETSEIAT	INTEXTER	EUETIT	Serveis	CTT	Sumatori
Dilluns	39	27	27	7	16	4	120
Dimarts	42	31	29	7	19	4	132
Dimecres	42	28	20	8	19	5	122
Dijous	38	28	27	7	19	5	124
Divendres	32	22	18	5	16	4	97
Promig	38,6	27,2	24,2	6,8	17,8	4,4	

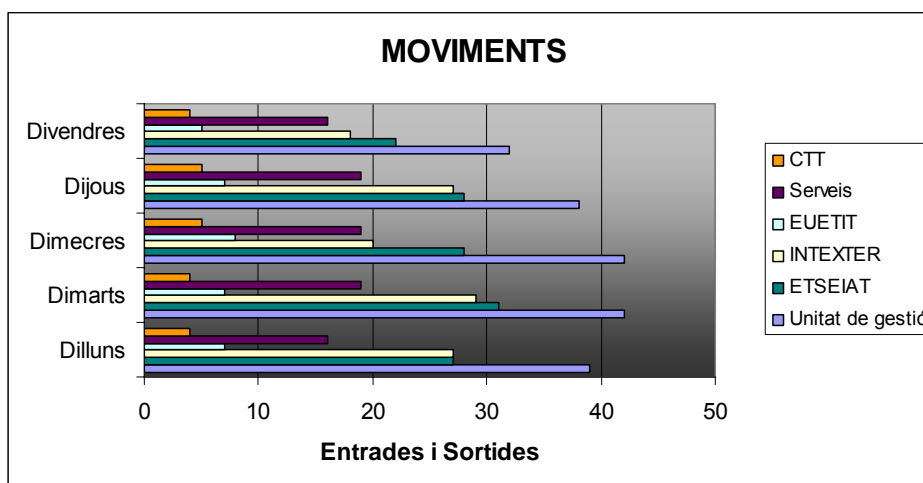


Figura 6.3. Representació gràfica de les dades de moviments recollits a la Taula 6.2

Taula 6.3. Conjunt d'entrades i sortides de vehicles

	Conjunt de serveis
Dilluns	120
Dimarts	132
Dimecres	122
Dijous	124
Divendres	97
<i>Promig</i>	119

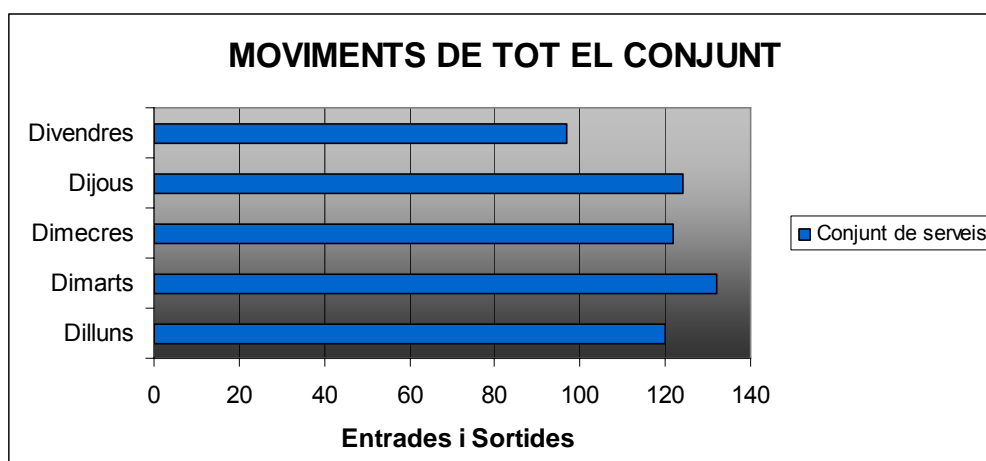


Figura 6.4. Representació gràfica de les dades de moviments recollits a la Taula 6.3

El gràfic de la Figura 6.3, posa de manifest com el personal de la unitat de gestió realitza el màxim número de moviments i que el dimarts és el dia amb més moviments. Però és millor centrar-se en el conjunt de serveis ja que el número de places d'aparcament depèn d'ell.

Paral·lelament, al gràfic de la Figura 6.4, s'observa com els dimarts es realitzen les màximes concurrències que poden arribar a una totalitat de 132 moviments. Per tant, equivaldria a necessitar 132 places d'aparcament. A l'ETSEIAT hi ha actualment 130 places i, per aquest motiu, es podria pensar que l'aparcament és suficient. Però en realitat, no ho és, ja que es preveu un augment de moviments ocasionats per la creació de les noves titularitats. Hi haurà un notable increment de professorat i de PAS que farà augmentar la necessitat de crear noves places d'aparcament quedant l'actual insuficient.

També cal comentar que la pressa de dades mitjançant el lector de la barrera no és 100% fiable. En moments de màxima concurrència, com pot ser a primera hora del matí, la barrera queda aixecada per la llarga cua de vehicles i només es comptabilitza el primer vehicle. Es crea un període d'incertesa on

els vehicles entren però no es té constància de la seva entrada. Cal afegir, a més a més, que durant el període de festes, com per exemple, durant la Setmana Cultural el número de vehicles experimenta un pic important. Per tant, el número real de moviments és molt més elevat al trobat. S'ha comptabilitzat, que fins i tot, podria variar d'una cinquantena de vehicles o més.

Amb aquestes dades finals és fàcil concloure que la demanda és molt superior a l'oferta de places d'aparcament i que és necessari realitzar un aparcament extra per poder garantir que tothom pugui aparcar a l'interior del campus.

Amb la creació del nou aparcament hi ha grans avantatges com són:

- Si es crea un aparcament amb diferents plantes es pot llogar alguna planta per persones alienes a l'ETSEIAT i es pot deixar la planta més propera a la sortida per les persones internes. Amb el lloguer de les diverses places es poden obtenir beneficis, fins i tot, es podrien vendre certes places o una planta sencera i, així, començar a recuperar les inversions realitzades en la construcció d'aquest.

Per evitar problemes d'apropiació d'una plaça es podria controlar posant a cada plaça ceps que cada propietari pugui abaixar o apujar a la seva voluntat. Així sempre tindria la seva pròpia plaça sense perill de trobar-la plena.

- Per als treballadors interns de l'ETSEIAT es podria idear una oferta especial i per un preu econòmic d'uns 50 € tenir una plaça pròpia durant l'any lectiu. D'aquesta manera es podria, fins i tot, compartir una plaça entre dues persones que tinguessin horaris diferents, per exemple, una amb horari de matí i l'altra de tarda.
- Una altra possible utilització de l'aparcament podria ser que durant el període de festes o en situacions extraordinàries es poguessin tancar les plantes de les persones externes a l'ETSEIAT i que només es permetés l'entrada de les persones internes, reduint així el número d'entrades al centre.
- Si es creés un aparcament soterrat es podria reduir la sinistralitat en els vehicles aparcats. Té més possibilitat d'experimentar alguna ratllada o algun acte de vandalisme (trencament de retrovisors, llums, etc.) si el vehicle està aparcat a l'exterior.

7. Propostes

Com s'ha vist a l'apartat anterior el número de places d'aparcament actuals és insuficient i s'ha de construir un nou aparcament que encabeixi l'increment de personal i PAS que es preveu que hi haurà.

7.1. Estudi de tipologies

A l'apartat actual s'estudiaran diferents alternatives d'aparcament que es podran implantar a la parcel·la estudiada.

Les tipologies a estudiar són:

- ❖ *Tipologia aèria*: creació d'un edifici d'aparcaments amb tres plantes pis.
- ❖ *Tipologia semisoterrada*: creació d'un edifici d'aparcaments de dues plantes pis i d'una planta soterrada.
- ❖ *Tipologia soterrada*: creació d'un aparcament soterrat de tres plantes.

Per poder acomplir tots els requisits de la normativa d'urbanisme vigent (POUM) i amb la parcel·la actual l'edifici d'aparcaments hauria de tenir unes dimensions màximes de 32 x 15,5 metres superficials. Aquestes dimensions són insuficients per a la realització d'un aparcament ja que s'ha de tenir en compte que moltes dimensions estan totalment normalitzades. Està normalitzat el dimensionament de les places d'aparcament, l'amplada de les rampes d'accés, el gir de les rampes, l'amplada dels passadissos, etc. Totes aquestes limitacions fan que el número de places sigui ridícul; hi hauria més espai de circulació que d'aparcament.

Llavors, es va pensar que es podria construir un edifici i utilitzar-lo com a laboratori. Es va investigar si el centre necessitava de la creació d'un nou laboratori i es va arribar a la conclusió que es podria construir un edifici per als aeronàutics. Es necessitava un edifici en el que pogués entrar una ala d'avió, però al igual que amb l'aparcament, l'edifici tenia unes dimensions massa limitades. La conclusió final va ser que l'edifici no es podria construir perquè seria massa petit.

Arribat a aquest punt, la única tipologia viable és la tipologia soterrada. Per enriquir el projecte i poder fer certes comparatives s'han creat noves tipologies.

- ❖ Aparcament exterior a la zona estudiada.
- ❖ Aparcament amb una planta soterrada + aparcament exterior

- ❖ Aparcament amb dues plantes soterrades + aparcament exterior
- ❖ Aparcament amb tres plantes soterrades + aparcament exterior

7.2. Estudi d'alternatives

En aquest apartat es pot veure detalladament les característiques de cadascuna de les alternatives ha estudiar. El disseny dels diferents layouts compleix amb la normativa vigent tal i com es pot verificar a l'apartat de Justificació del compliment de la normativa d'aquest mateix document.

7.2.1. Aparcament exterior

La zona estudiada, la parcel·la ubicada a l'ETSEIAT, actualment s'utilitza com a aparcament no legal. Els usuaris l'utilitzen perquè no hi ha places suficients per a poder aparcar.

El disseny de l'aparcament exterior es basa en tres fileres de places en bateria paral·leles entre elles. Per a la realització d'aquesta tipologia, principalment, s'haurien de pintar les places d'aparcament amb el disseny realitzat, es pot veure als *Plànols*. També s'haurien d'arreglar les places existents del costat de l'INTEXTER.

L'aparcament té capacitat per 52 vehicles, i una d'aquestes places és per a minusvàlids. Els passadissos són de doble circulació i és un aparcament a l'aire lliure sense protecció per a la pluja.

7.2.2. Aparcament amb una planta soterrada

L'aparcament soterrat té una superfície de 1620 m², 60 metres de llargada i 27 d'amplada i una alçada lliure d'obstacles de 2,35 metres.

El disseny de l'aparcament es basa en tres fileres de places d'aparcament en bateria col·locades paral·lelament i separades per als passadissos.

L'aparcament exterior té la distribució idèntica a l'aparcament exterior sense aparcament soterrat però amb la diferència que per motiu de col·locació de les escales, l'ascensor i la rampa d'accés el número de places és inferior. En concret, hi ha 42 places d'aparcament una d'elles adaptada.

L'entrada de vehicles a l'aparcament soterrat es realitza mitjançant una rampa de doble circulació situada al costat est del mateix. L'entrada i sortida de vehicles es regula mitjançant un semàfor tal i com regula la normativa.

Per l'entrada de persones hi ha un ascensor adaptat i unes escales situades al centre de l'aparcament i al costat oest d'aquest.

A l'aparcament exterior es poden trobar els lavabos separats en lavabos d'homes, de dones i adaptats, just al costat de les escales i de l'ascensor.

La circulació és de sentit únic. Per tenir una visibilitat completa s'han col·locat miralls en diferents punts de l'aparcament.

El nombre de places de l'aparcament soterrat és de 46, una d'elles adaptada. Per tant, el nombre de places total d'ambdós aparcaments és de 88 places.

S'ha aprofitat a posar sota la rampa dues places d'aparcament i també es pot trobar l'ET per a la instal·lació elèctrica.

Els conductes de ventilació i els pilars estan col·locats de tal manera que no hi ha problemes d'interacció amb ells.

7.2.3. Aparcament amb dues plantes soterrades

L'aparcament de dues plantes soterrades té una superfície de 1620 m² per planta, en total 3240 m². Té una llargada de 60 m, una amplada de 27 m i una alçada lliure de 2,35 en la primera planta i 2,45 en la segona.

El disseny de l'aparcament es basa en tres fileres de places d'aparcament en bateria col·locades paral·lelament i separades per als passadissos.

La distribució és pràcticament idèntica a l'aparcament d'una sola planta soterrada amb la diferència que és necessària la construcció de dues rampes; la rampa d'accés i la rampa d'accés a la segona planta. Totes dues rampes estan situades al costat est. La rampa d'accés és de doble circulació i es regula l'entrada i sortida de vehicles gràcies al semàfor instal·lat.

La circulació és de sentit únic. Per tenir una visibilitat completa s'han col·locat miralls en diferents punts de l'aparcament.

Per l'entrada de persones hi ha un ascensor adaptat i unes escales situades al centre de l'aparcament i al costat oest d'aquest.

A l'aparcament exterior es poden trobar els lavabos separats en lavabos d'homes, de dones i adaptats, just al costat de les escales i de l'ascensor.

La distribució de l'aparcament exterior és pràcticament la mateixa que l'anterior, però com que la rampa és més curta, el número de places és major. Hi ha 44 places d'aparcament una d'elles adaptada.

A l'aparcament soterrat hi ha 86 places, dues d'elles adaptades, una per planta. Amb els dos aparcaments hi ha 130 places d'aparcament.

S'ha aprofitat a posar sota les rampes dues places d'aparcament i també es pot trobar l'ET per a la instal·lació elèctrica a la primera planta.

Els conductes de ventilació i els pilars estan col·locats de tal manera que no hi ha problemes d'interacció amb ells.

7.2.4. Aparcament amb tres plantes soterrades

L'aparcament amb tres plantes soterrades té una superfície de 1620 m² per planta, en total 4860 m². Té una llargada de 60 m, una amplada de 27 m i una alçada lliure de 2,35 en la primera planta i 2,45 en la segona i la tercera.

El disseny de l'aparcament es basa en tres fileres de places d'aparcament en bateria col·locades paral·lelament i separades per als passadissos.

La distribució és pràcticament idèntica a l'aparcament d'una sola planta soterrada amb la diferència que és necessària la construcció de tres rampes; la rampa d'accés, la rampa d'accés a la segona planta i la rampa d'accés a la tercera planta. Totes tres rampes estan situades al costat est. La circulació en les rampes és doble. A la rampa d'accés s'ha instal·lat un semàfor per regular l'entrada i sortida de vehicles.

Per l'entrada de persones hi ha un ascensor adaptat i unes escales situades al centre de l'aparcament i al costat oest d'aquest.

A l'aparcament exterior es poden trobar els lavabos separats en lavabos d'homes, de dones i adaptats, just al costat de les escales i de l'ascensor. La circulació és de sentit únic en els passadissos. Per tenir una visibilitat completa s'han col·locat miralls en diferents punts de l'aparcament.

La distribució de l'aparcament exterior és idèntica a l'anterior. Hi ha 44 places d'aparcament una d'elles adaptada.

A l'aparcament soterrat hi ha 115 places, tres d'elles adaptades, una per planta. Amb els dos aparcaments hi ha 159 places d'aparcament.

S'ha aprofitat a posar sota les rampes dues places d'aparcament i també es pot trobar l'ET per a la instal·lació elèctrica a la primera planta. A més a més, s'ha aprofitat els costats de les rampes per on no s'ha d'accedir i s'ha posat més places d'aparcament.

Els conductes de ventilació i els pilars estan col·locats de tal manera que no hi ha problemes d'interacció amb ells.

Un cop realitzades totes les alternatives caldria comentar que les rampes són els elements que major espai li treuen a l'aparcament, per això, s'ha pensat en fer una quarta alternativa amb les rampes exteriors a l'aparcament. Es realitza amb tres plantes soterrades ja que és l'alternativa que té major problemes per el gran nombre de rampes interiors.

7.2.5. Aparcament amb tres plantes soterrades i rampes exteriors

L'aparcament amb rampes exteriors té una superfície de 1508 m² per planta, en total 4525 m². Té una llargada de 66,3 m, una amplada de 27 m i una alçada lliure de 2,35 en la primera planta i 2,45 en la segona i la tercera.

El disseny de l'aparcament es basa en tres fileres de places d'aparcament en bateria col·locades paral·lelament i separades per als passadissos.

La distribució és molt semblant a resta d'aparcaments però té la característica que les rampes d'accés a la segona i tercera planta són exteriors a l'aparcament i tenen forma helicoïdal. Amb aquesta tipologia de rampes augmenta la superfície útil d'aparcament. Però, per poder

accedir hi ha una rampa interior situada al costat oest de l'aparcament de doble sentit de circulació.

Per l'entrada de persones hi ha un ascensor adaptat i unes escales situades al centre de l'aparcament i al costat oest d'aquest.

A l'aparcament exterior es poden trobar els lavabos separats en lavabos d'homes, de dones i adaptats, just al costat de les escales i de l'ascensor.

La circulació de l'aparcament és de sentit únic. Per tenir una visibilitat completa s'han col·locat miralls en diferents punts de l'aparcament.

La distribució de l'aparcament exterior és molt semblant als anteriors, però amb la peculiaritat que la rampa està situada a l'oest. Hi ha 37 places d'aparcament una d'elles adaptada.

A l'aparcament soterrat hi ha 127 places, tres d'elles adaptades, una per planta. Amb els dos aparcaments hi ha 164 places d'aparcament.

S'ha aprofitat a posar sota la rampa d'accés dues places d'aparcament i també es pot trobar l'ET per a la instal·lació elèctrica.

Els conductes de ventilació i els pilars estan col·locats de tal manera que no hi ha problemes d'interacció amb ells.

7.3. Comparativa alternatives

Per a poder valorar quina de les quatre opcions, aparcament amb una planta, amb dues o amb tres és l'òptim s'ha realitzat un rati en el que es valora la superfície de places d'aparcament enfront a la superfície total de plantes excavades.

$$\text{rati} = \frac{\text{superfície places aparcament}}{\text{superfície total excavada}} = \frac{S_{\text{aparcament}}}{S_{\text{excavada}}}$$

❖ Rati amb una planta soterrada

Número de places = 46 (45 normals i 1 de minusvàlid)

$$S_{\text{aparcament}} = (45 \times 2,5 \times 4,8) + (1 \times 3,3 \times 4,8) = 555,84 \text{ m}^2$$

$$S_{\text{excavada}} = (1 \times 60 \times 27) = 1620 \text{ m}^2$$

$$r_1 = \frac{S_{\text{aparcament}}}{S_{\text{excavada}}} = \frac{555,84}{1620} = 0,3431$$

❖ Rati amb dues plantes soterrades

Número de places = 86 (84 normals i 2 de minusvàlid)

$$S_{\text{aparcament}} = (84 \times 2,5 \times 4,8) + (2 \times 3,3 \times 4,8) = 1039,68 \text{ m}^2$$

$$S_{\text{excavada}} = (2 \times 60 \times 27) = 3240 \text{ m}^2$$

$$r_2 = \frac{S_{\text{aparcament}}}{S_{\text{excavada}}} = \frac{1039,68}{3240} = 0,3209$$

❖ Rati amb tres plantes soterrades i rampes interiors

Número de places = 115 (112 normals i 3 de minusvàlid)

$$S_{\text{aparcament}} = (112 \times 2,5 \times 4,8) + (3 \times 3,3 \times 4,8) = 1427,52 \text{ m}^2$$

$$S_{\text{excavada}} = (3 \times 60 \times 27) = 4860 \text{ m}^2$$

$$r_{3\text{int}} = \frac{S_{\text{aparcament}}}{S_{\text{excavada}}} = \frac{1427,52}{4860} = 0,2863$$

❖ Rati amb tres plantes soterrades i rampes exteriors

Número de places = 127 (124 normals i 3 de minusvàlid)

$$S_{\text{aparcament}} = (124 \times 2,5 \times 4,8) + (3 \times 3,3 \times 4,8) = 1535,52 \text{ m}^2$$

$$S_{\text{excavada}} = (3 \times 48,5 \times 27) + (2 \times 3 \times 18 \times 9) = 4900,50 \text{ m}^2$$

$$r_{3\text{ext}} = \frac{S_{\text{aparcament}}}{S_{\text{excavada}}} = \frac{1535,52}{4900,50} = 0,3133$$

El rati més favorable és el major, ja que el que interessa és tenir més superfície d'aparcament. A continuació es detalla l'ordre, en sentit ascendent, dels ratis trobats:

0,3431 > 0,3209 > 0,3133 > 0,2863

$r_1 > r_2 > r_{3\text{ext}} > r_{3\text{int}}$
--

Es recalcula tot afegint les places dels aparcaments exteriors i es comprova que dóna el mateix resultat, però amb el rang de valors majors.

$$\begin{array}{l} \mathbf{0,6542 > 0,4839 > 0,4040 > 0,3949} \\ r_1 > r_2 > r_{3\text{ext}} > r_{3\text{int}} \end{array}$$

Com a conclusió final cal comentar que la millor alternativa és la construcció d'una sola planta soterrada ja que l'excavació és la més inferior. El cost d'excavar és molt elevat i aquí es veu clarament.

També caldria comentar que el problema de crear més plantes soterrades és l'obligació de realitzar més rampes d'accés a aquestes plantes. Com que l'ample de parcel·la és molt limitat les rampes interiors provoquen una disminució important en l'espai útil d'aparcament.

Una possible continuació per aquest projecte podria ser el disseny de les diferents alternatives amb les rampes exteriors, tal i com s'ha fet amb l'aparcament soterrat de tres plantes.

8. Estudi estructural

En aquest apartat es realitza l'estudi de les diferents tipologies d'estructura existent en el projecte actual.

8.1. Moviment de terres i estabilització del terreny

Per a la construcció d'un aparcament soterrat, en primer lloc, cal realitzar l'excavació del terreny. L'excavació consisteix en l'extracció de terres, en realitzar un tall en el perfil d'un terreny. Posteriorment s'elaboren murs capaços de mantenir l'empenta de les terres no excavades i, evitar així, el despreniment d'aquestes.

Hi ha diverses tipologies bàsiques de murs:

- Murs de gravetat
- Murs a flexió (Mènsula)
- Murs pantalla

Els murs de gravetat són els més elementals. Són útils per alçades moderades (< 6 metres) i longituds no massa elevades.

Els murs a flexió o mènsula són els més freqüents. Aquesta tipologia treballa com a voladiu encastat a la fonamentació.

Els murs pantalla o pantalles són molt útils quan s'han de realitzar excavacions verticals en límits de propietat o properes a edificis existents. Aquest és el cas estudiat.

Murs pantalla

El sistema de murs pantalla consisteix, principalment, en executar una paret de formigó. L'equilibri de l'excavació es manté per sí mateixa o bé amb la utilització de llots bentonítics que omplen completament l'excavació.

❖ Procés d'execució:

Es descriu el procés general amb pantalladora i formigonat de la pantalla "in situ".

- 1) *Construcció murets-guida*: Murs realitzats amb formigó lleugerament armat. Tenen un espessor de l'ordre de 0,25 m i una profunditat aproximada de 0,70 a 1 m tal i com es pot veure a la Figura 8.1. La seva missió és guiar la bivalva, màquina que extrau la terra.

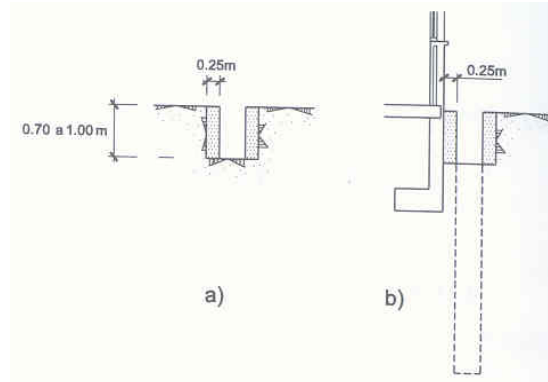


Figura 8.1. Muret-guia

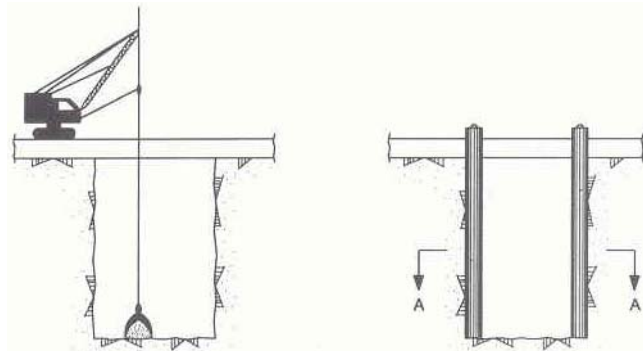
- 2) *Excavació mitjançant bivalva.* La màquina té incorporada la bivalva, una mena de cullera, que realitza l'extracció. En cas d'inestabilitat del terreny es rebleix l'excavació amb llots bentonítics, però en primer lloc es col·loquen unes juntes recuperables als extrems que disminueixen i igualen el tallant dels diferents panells, anomenats claus de tallant. La longitud d'excavació és de 3 a 5 m. Habitualment, es fa servir la tècnica de panells alterns que consisteix a realitzar l'excavació de manera alterna, tal i com es pot veure a la Figura 8.2..



Figura 8.2. Procediment de panells alterns
Ordre d'execució: 1-3-5 i 2-4-6

- 3) *Col·locació armadura.* S'introdueix l'armadura en forma de gàbia amb els rigiditzadors corresponents, usualment, realitzats amb barres corrugades. La gàbia cal que garanteixi recobriments mínims de 7 o 8 cm per les irregularitats de les parets. La separació mínima entre barres verticals ha de ser 15 cm i l'horitzontal de 20 cm. Si hi ha llots bentonítics es submergeix en aquests.
- 4) *Formigonat.* Es realitza mitjançant una canonada introduïda de 3 a 5 m que injecta el formigó des de la part inferior fins la part superior de l'excavació. A mesura que el formigó entra a l'excavació el llot es desplaça cap a dalt i es recull per a la seva recuperació.
- 5) *Extracció de juntes.* S'extreuen les juntes dels extrems abans que el formigó s'endureixi excessivament per a formar les claus de tallants

A continuació, a la Figura 8.3, es pot observar el procés d'execució gràficament.

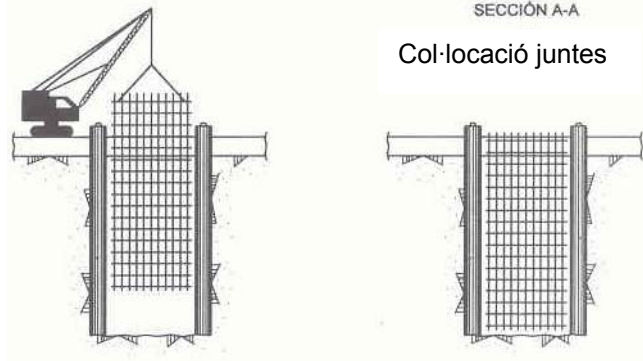


Excavació amb bivalva

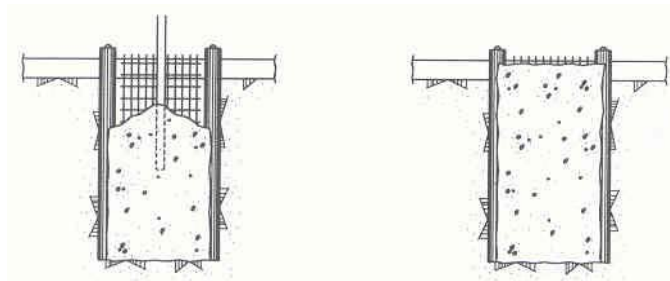


SECCIÓ A-A

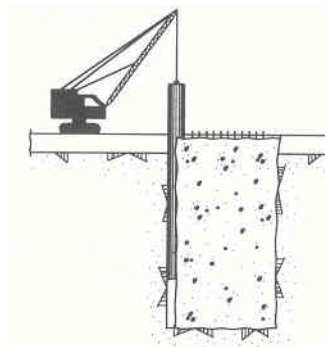
Col·locació juntes



Col·locació gàbia d'armadura



Formigonat



Extracció juntes

Figura 8.3. Procés d'execució

Un cop construïdes les corresponents pantalles s'inicia a realitzar l'excavació fins al primer nivell AB, tal i com s'observa a la Figura 8.4, i es realitza una sèrie d'ancoratges pretensats, 1. Posteriorment, s'excava fins a CD i es realitza la segona sèrie d'ancoratges, 2. I així es poden anar realitzant els diferents nivells d'excavació.



Figura 8.4. Ancoratge de les pantalles

El càlcul de l'anàlisi de l'estabilitat dels murs pantalla es pot veure amb detall a l'apartat de l'*Annex II. Estudi estructural*. En ell es pot veure el càlcul amb els diferents nivells d'ancoratge de les pantalles.

El dimensionat i l'armat s'ha realitzat mitjançant el programa d'ordinador CYPE. S'ha comprovat que tots els requisits es compleixen per assegurar que s'adequa a la normativa vigent (EHE-08).

Per tal d'obtenir un dimensionat i un armat òptim s'han introduït certes dades referents a la tipologia de terreny:

- Terreny: sorra semidensa
- Cohesió del terreny (C'): 0 T/m^2
- Angle de fricció intern del terreny (φ): 35°
- Densitat aparent del terreny (γ): $1,95 \text{ T/m}^3$
- Nivell freàtic: 5 metres

Per als murs pantalla situats al costat de l'INTEXTER i de l'edifici TR6 es realitza el càlcul de les plantes soterrades 2 i 3. A la primera planta es poden aprofitar les pantalles d'ambdós edificis ja que tots dos tenen soterrani i, per tant, tenen els fonaments situats a una profunditat superior. En definitiva, la rasant de càlcul es situa aproximadament 3 metres sota terra, és a dir, a partir d'on es troben els fonaments de l'INTEXTER i de l'edifici TR6.

S'ha realitzat el càlcul introduint que les parets mitgeres són un edifici mitger i que aproximadament aporta $3,60 \text{ T/m}^2$.

El primer nivell, planta soterrada 2 és sense ancoratge, en canvi, el segon nivell, planta soterrada 3 té un nivell d'ancoratge. Per als murs pantalla

situats al costat del carrer Ricard Wagner també es realitza només el càlcul de les plantes soterrades 2 i 3 pel mateix motiu, aprofitament de les pantalles existents.

El càlcul s'ha realitzat introduint que les parets mitgeres són una calçada amb tràfic pesat equivalent a $1,00 \text{ T/m}^2$. Al igual que amb l'INTEXTER i l'edifici TR6 el primer nivell és sense ancoratge i el segon té 1 únic nivell d'ancoratge.

Per als murs pantalla situats al costat de la residència s'ha realitzat el càlcul complet, el càlcul de totes 3 plantes soterrades, ja que la residència no té nivell soterrat i no es poden aprofitar les pantalles.

El càlcul s'ha realitzat introduint que no tenen parets mitgeres i equivaldria a $0,40 \text{ T/m}^2$.

El primer nivell, planta soterrada 1, no té ancoratge. El segon nivell, planta soterrada 2, té un nivell d'ancoratge i el tercer nivell, planta soterrada 3, té dos nivells d'ancoratge.

Tot i no realitzar el càlcul de la primera planta soterrada de les pantalles de l'INTEXTER, el TR6 i el carrer s'introdueix un mur paral·lel a les pantalles existents separat amb una placa de porexpan. El mur serveix com a recolzament del forjat de l'aparcament exterior, sense ell no hi hauria possibilitat de recolzar-lo enlloc. L'amplada és de 25 cm i l'armat és el mateix que s'utilitza en la pantalla del costat de la residència.

La Taula 8.1 mostra el detall de resultats amb totes les característiques esmentades.

Taula 8.1. Murs pantalla de cada aparcaments

		1 planta soterrada	2 plantes soterrades	3 plantes soterrades
Residència	Amplada [m]	0,45	0,90	1,10
	Profunditat [m]	6	9,80	14,80
	Armat extradós	Ø12c/25	Ø16c/20	Ø20c/30
	Armat intradós	Ø12c/25	Ø16c/20	Ø16c/15
	Armat horitzontal	Ø12c/30	Ø16c/25	Ø16c/20
TR6	Amplada [m]	0,25	0,70	0,90
	Profunditat [m]	6	7,30	9,80
	Armat extradós	Ø12c/25	Ø16c/30	Ø16c/20
	Armat intradós	Ø12c/25	Ø16c/30	Ø16c/20
	Armat horitzontal	Ø12c/30	Ø12c/20	Ø16c/25
INTEXTER	Amplada [m]	0,25	0,70	0,90
	Profunditat [m]	6	7,30	9,80
	Armat extradós	Ø12c/25	Ø16c/30	Ø16c/20
	Armat intradós	Ø12c/25	Ø16c/30	Ø16c/20
	Armat horitzontal	Ø12c/30	Ø12c/20	Ø16c/25
Carrer	Amplada [m]	0,25	0,45	0,90
	Profunditat [m]	6	6	11,50
	Armat extradós	Ø12c/25	Ø12c/25	Ø16c/20
	Armat intradós	Ø12c/25	Ø12c/25	Ø16c/20
	Armat horitzontal	Ø12c/30	Ø12c/30	Ø16c/25

8.2. Elements estructurals

En aquest apartat s'estudien les diverses tipologies estructurals que apareixen en el projecte actual. Amb l'estudi estructural es troben les tipologies que més s'escauen en els locals estudiats. En aquest cas es tracta d'un aparcament soterrat. S'ha triat l'opció de fabricar amb formigó prefabricat per les bones prestacions i també pel preu més econòmic. El formigó emprat és del tipus HA-25 i l'acer és del tipus B500S.

Totes les estructures compleixen la normativa vigent, EHE-08 (Instrucció de formigó estructural)

8.2.1. Fonaments

Els fonaments és aquella part de l'estructura encarregada de transmetre les càrregues actuant sobre la totalitat de la construcció al terreny. Estan formats, majoritàriament, per formigó armat i han de subjectar els pilars.

S'utilitzen sabates aïllades que és un tipus de fonamentació superficial ja que els moments de fonamentació són baixos. La tipologia de sabata aïllada indica que cada sabata subjecta un únic pilar. A més a més, el cas estudiat es tracta d'una sabata aïllada rígida, és a dir, que el doble del canto és superior o igual al vol de la sabata, es pot veure a la Figura 8.5:

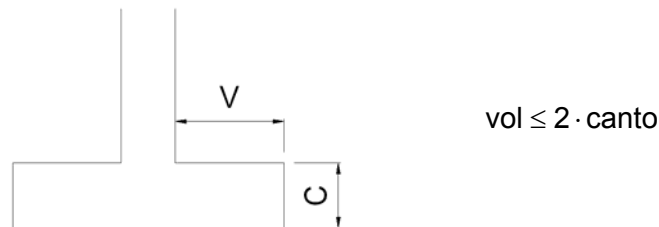


Figura 8.5. Sabata rígida

Aquesta tipologia es dimensiona pel mètode de les bieles-tirants.

Les sabates s'han de col·locar a 70 cm o 1 m per sota del nivell acabat de l'edifici a causa de l'efecte de la gelacitat. Si estiguessin al mateix nivell en el formigó es podrien formar fissures i malmetre l'estructura.

La unió de la sabata amb el pilar es realitza mitjançant calze. És la tipologia d'encastaments més utilitzada, a causa de la seva major facilitat de posada en obra, a més de permetre unes majors toleràncies de posició en la seva execució. A la Figura 8.6 es pot veure un exemple d'unió amb calze.

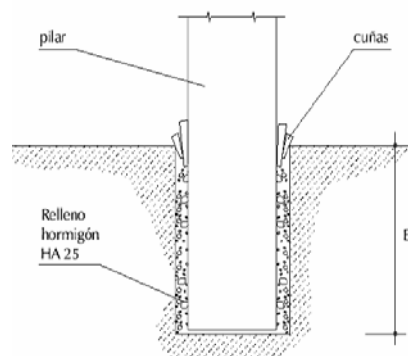


Figura 8.6. Unió pilar-sabata mitjançant calze

La distribució de les sabates es pot veure als *Plànols*.

La fonamentació ha de suportar tres tipus d'esforç. En primer lloc, ha de suportar l'axil (N), pes de tota l'estructura que ha de resistir. En segon lloc, el tallant (V), força del vent o empentes laterals però en el cas estudiat no hi ha tallant ja que no hi ha problemes ni de vent ni d'empentes laterals

del terreny. En tercer lloc, el moment (M) ocasionat, principalment, per als moments de l'encastament de l'estructura.

Pel càlcul de les sabates, el primer pas, és la verificació de les condicions d'equilibri; lliscament, bolc i tensió admissible. Ha de ser una estructura estable i amb equilibri. En el lliscament es comprova que el fregament màxim respecte l'empenta horitzontal sigui superior o igual a 1,5, però no hi haurà problemes lliscament perquè l'empenta horitzontal serà sempre nul·la. En el bolc es comprova que el moment de l'estabilitat respecte el moment de bolc sigui superior o igual a 2. En la tensió admissible (σ_{adm}) sigui superior a la màxima tensió de la sabata.

El segon pas, és adaptar les lleis de pressions sobre el terreny a lleis lineals, ja sigui una llei triangular, trapezoïdal o rectangular.

El tercer pas, és realitzar el predimensionat de la sabata. En aquest apartat es calcula la llargada i l'amplada de la sabata.

El darrer i últim pas és el dimensionat emprant el mètode de bieles-tirants.

Pel dimensionat s'utilitzen els estats límits de servei, és a dir, les càrregues sense majorar per evitar sobre dimensionar les sabates. En canvi, per l'armat s'utilitzen els estats límits últims, o sigui, les càrregues majorades per assegurar que l'estructura resisteixi totes les càrregues. Tots els càlculs es poden veure detalladament a l'apartat de l'*Annex II. Estudi estructural*.

A continuació es resumeixen, a la Taula 8.2, els valors trobats:

Taula 8.2. Quadre resum del dimensionat i l'armat de les sabates

		1 planta soterrada	2 plantes soterrades	3 plantes soterrades
Pilars generals	Sabata [m x m]	2,45 x 2,45	3,15 x 3,15	3,80 x 3,80
	Alçada [m]	1	1	1
	Armat	5Ø16	6Ø20	6Ø25
Pilars rampes	Sabata [m x m]	2,30 x 2,30	2,60 x 2,60	2,40 x 2,40
	Alçada [m]	1	1	1
	Armat	4Ø16	6Ø16	4Ø16
Pilars ascensor	Sabata [m x m]	0,85 x 0,85	1,10 x 1,10	1,25 x 1,25
	Alçada [m]	1	1	1
	Armat	1Ø12	1Ø12	1Ø12

8.2.2. Pilars

Els pilars són els elements estructurals que transmeten les càrregues de l'estructura cap als fonaments.

S'utilitzen, com s'ha comentat, estructura prefabricada de la marca Prefabricats Pujol. Fabriquen pilars de formigó armat amb geometria quadrada i rectangular, amb seccions que oscil·len entre els 30 i 100 centímetres i longituds màximes de fins a 12 metres.

Tots els pilars poden anar dotats de mènsules de diferents dimensions en totes les cares, en funció de les càrregues i els elements que han de suportar, siguin bigues de forjats, lloses, plaques, etc.

Els pilars també poden anar proveïts d'encaixos en cadascuna de les seves cares, per a rebre panells prefabricats de diferents espessors.

La unió amb la sabata es realitza segons la tipologia calze, com s'ha comentat a l'apartat anterior.

La forma dels pilars es pot veure en la Figura 8.7:

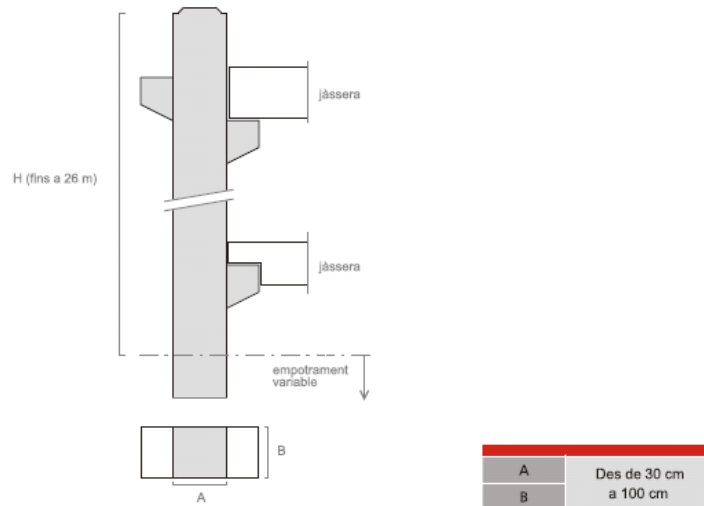


Figura 8.7. Pilar prefabricat utilitzat

Per a optimitzar l'espai de l'aparcament, s'han col·locat paral·lels a les places d'aparcament reduint així els possibles problemes de distàncies i girs. La distribució es pot veure als *Plànols*.

Per a realitzar el càlcul dels pilars el primer pas és calcular l'axil de disseny amb la sobrecàrrega d'ús i amb el pes propi del forjat.

A continuació, es calcula l'armat per unes dimensions de pilar donades. Es comprova si les dimensions són les adequades i sinó les són s'han d'augmentar i tornar-lo a armar.

Per a armar s'han de realitzar els següents càlculs; en primer lloc s'ha de calcular l'esveltesa mecànica (λ). Si està compresa entre els valors $35 < \lambda < 100$ s'han de tenir en compte els efectes de segon ordre.

En segon lloc, es calculen els efectes de primer ordre (e_0).

En tercer lloc, es calculen els efectes de segon ordre, només si s'han de tenir en compte (e_a). Amb els dos valors es troba el moment de disseny.

A continuació, es calcula la quantia mecànica (ω) gràcies als valors de l'axil adimensional (ν) i del moment adimensional (μ).

Finalment es troba la capacitat mecànica en kN i amb aquest valor es troba el número de rodons i el diàmetre d'aquests.

Hi ha tres dimensions de pilars, segons on estiguin col·locats i el llum màxim. Hi ha pilars que subjecten les rampes, pilars que subjecten el sostre de l'ascensor i després estan els pilars generals, és a dir, els pilars que subjecten tota l'estructura. A continuació, a la Taula 8.3, es poden veure les diverses dimensions segons la seva col·locació, es poden trobar els càlculs a l'apartat de l'*Annex II. Estudi estructural*.

Taula 8.3. Quadre resum del dimensionat i l'armat de les sabates

		1 planta soterrada	2 plantes soterrades	3 plantes soterrades
Pilars generals	Dimens. [cm x cm]	40 x 40	40 x 60	50 x 90
	Armat	6Ø20	10Ø32	8Ø40
Pilars rampes	Dimens. [cm x cm]	40 x 40	40 x 60	40 x 70
	Armat	8Ø16	6Ø32	6Ø40
Pilars ascensor	Dimens. [cm x cm]	20 x 20	30 x 30	40 x 40
	Armat	6Ø16	6Ø20	8Ø25

Els pilars de 20 x 20 cm són de formigó in situ, ja que la mesura mínima per prefabricat és 30 cm.

8.2.3. Jàsseres

Les jàsseres són els elements estructurals encarregats de suportar el pes dels forjats. Els forjats es recolzen sobre les jàsseres que a la vegada es recolzen sobre les mènsules dels pilars.

S'utilitza estructura prefabricada de la marca Prefabricats Pujol. Es fabriquen armades i pretensades, en funció dels llums i càrregues requerides. Les classifiquen en tres grups: bigues rectangulars, bigues en forma de 'L' i bigues en forma de 'T' invertida, amb amplàries disponibles des de 30 a 80 centímetres i cantells que oscil·len de 25 a 100 centímetres, permetent amb aquesta gran varietat, una rendibilitat major de l'espai disponible sense pèrdues innecessàries d'altures.

En funció del càlcul requerit, poden ser considerades autoportants o semiresistents, per col·laborar amb la capa de compressió dels forjats. Habitualment es calculen com bigues isostàtiques, no obstant això també existeix la possibilitat de realitzar-se de forma hiperestàtica.

La tipologia de jàssera utilitzada és l'anomenada Icària. Es tracta d'una jàssera per pilars centrals, no per pilars laterals. Únicament serà necessari aquest tipus de jàssera perquè les jàsseres es recolzen sobre pilar-pilar i pilar-mur pantalla, no hi ha pilars laterals o exteriors. La forma de les jàsseres es pot veure a la següent Figura 8.7:

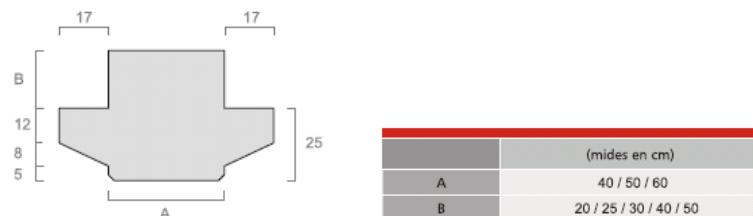


Figura 8.7. Jàssera prefabricada Icària

La distribució de les jàsseres en les diferents tipologies d'aparcament s'observa als *Plànols*.

Per a realitzar el càlcul de les jàsseres s'ha de trobar el moment màxim dels diferents forjats. Amb el moment es troba el moment adimensional i utilitzant la taula universal es troba la quantia mecànica. Per acabar es troba el número de rodons i el diàmetre d'aquests gràcies a la capacitat mecànica.

Tot seguit, es pot veure, a la Taula 8.4, un resum de les jàsseres emprades en els diferents dissenys de layout, els càlculs es poden trobar a l'apartat de l'Annex II. *Estudi estructural*.

Taula 8.4. Dimensionat i armat de les diferents tipologies de jàsseres

			1 planta soterrada	2 plantes soterrades	3 plantes soterrades
Pilars generals	1 ^a planta	Dimensió [cm x cm]	40 x 65	40 x 65	40 x 65
		Armat	6Ø16	7Ø16	6Ø16
	2 ^a planta	Dimensió [cm x cm]	–	40 x 55	40 x 55
		Armat	–	6Ø16	5Ø16
	3 ^a planta	Dimensió [cm x cm]	–	–	40 x 55
		Armat	–	–	5Ø16
Pilars rampes	1 ^a planta	Dimensió [cm x cm]	40 x 65	40 x 65	40 x 65
		Armat	7Ø20	7Ø16	3Ø16
	2 ^a planta	Dimensió [cm x cm]	–	40 x 55	40 x 55
		Armat	–	5Ø16	3Ø14
	3 ^a planta	Dimensió [cm x cm]	–	–	40 x 55
		Armat	–	–	3Ø14
Pilars ascensors	1 ^a planta	Dimensió [cm x cm]	40 x 65	40 x 65	40 x 65
		Armat	3Ø14	3Ø14	3Ø14
	2 ^a planta	Dimensió [cm x cm]	–	40 x 55	40 x 55
		Armat	–	3Ø14	3Ø14
	3 ^a planta	Dimensió [cm x cm]	–	–	40 x 55
		Armat	–	–	3Ø14

8.2.4. Forjats

Els forjats són els elements estructurals que suporten el pes dels diferents elements interns dels locals; anomenat sobrecàrrega d'ús. En aquest cas, la sobrecàrrega d'ús és referent, sobretot, als vehicles.

Els forjats es col·loquen, com s'ha comentat, sobre les jàsseres. Per a tenir una unió òptima s'utilitza una junta elastomèrica entre ambdós elements.

S'utilitzen plaques alveolars pretensades autoportants, de la marca Fabricats Pujol, perquè és una solució idònia per a forjats de grans llums i càrregues que requereixin una gran rapidesa en la seva execució. La seva utilització permet forjats amb o sense capa de compressió, en funció de les necessitats de cada obra. El cas estudiat sí n'utilitzarà.

L'acabat de les plaques en la seva cara vista és òptima, per el fet que la fabricació es realitza en pistes metàl·liques amb cantells bisellats, específics per a aquest producte.

Fabriquen plaques alveolars, de forma ortogonal i amb talls esviats, amb cantells de 20, 25, 30, 40 i 50 cm amb un ample de 120 cm de forma estàndard i llums de fins a 20 m. Així mateix es poden realitzar amplex de 45, 60 i 75 cm per a extrems de modulació, podent considerar, sota comanda, qualsevol altre cantell i ample.

La distribució es veu detalladament als *Plànols*.

S'observa, a la Figura 8.8. i a la Figura 8.9., les plaques alveolars utilitzades.

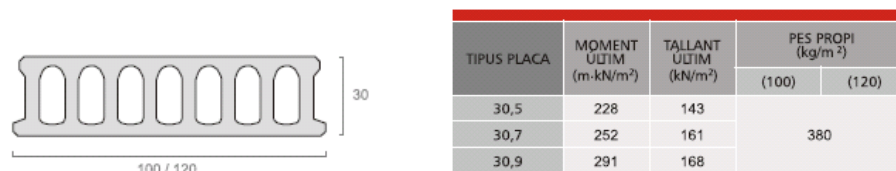


Figura 8.8. Placa alveolar per la 2^a i 3^a planta dels aparcaments

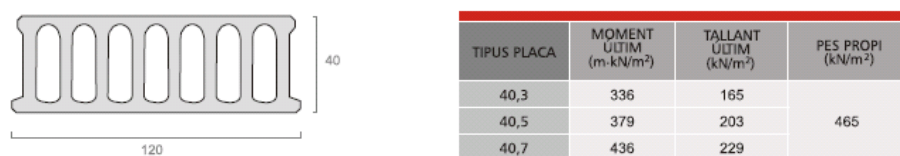


Figura 8.9. Placa alveolar per la 1^a planta dels aparcaments i rampes

A continuació, hi ha la Taula 8.5, una taula resum amb les dades referents a les plaques alveolars.

Taula 8.5. Tipologia i mallat de les diverses plaques alveolars

		1 planta soterrada	2 plantes soterrades	3 plantes soterrades
1 ^a planta	Tipus	40,5	40,5	40,5
	Capa compressió	10 cm	10 cm	10 cm
	Mallat	Ø6 20 x 30	Ø6 20 x 30	Ø6 20 x 30
2 ^a planta	Tipus	30,7	30,7	30,7
	Capa compressió	10 cm	10 cm	10 cm
	Mallat	Ø6 20 x 30	Ø6 20 x 30	Ø6 20 x 30
3 ^a planta	Tipus	30,7	30,7	30,7
	Capa compressió	10 cm	10 cm	10 cm
	Mallat	Ø6 20 x 30	Ø6 20 x 30	Ø6 20 x 30

Els càlculs es poden trobar a l'apartat de l' *Annex II. Estudi estructural*

Les rampes, tant interiors com exteriors, són al igual que els forjats plaques alveolars de la tipologia de 40. Les plaques estan recolzades directament sobre les jàsseres dels pilars de les rampes pel costat oest i pel costat est es recolzen directament al mur pantalla.

Les rampes exteriors no es recolzen sobre cap jàssera, el recolzament és directa de mur pantalla a mur pantalla utilitzant un armat de Ø12c/15cm. Aquest armat sobresurt de les pantalles i resisteix el pes de la placa alveolar i pes dels vehicles que hi circulen.

El forjat per a realitzar el sostre de l'ascensor és una placa alveolar de 30 cm d'alçada. Aquest forjat es recolza sobre les jàsseres dels pilars de l'ascensor.

Les jàsseres dels pilars de les rampes i dels pilars de l'ascensor també s'utilitzen per recolzar les plaques alveolars centrals. Plaques recolzades de jàssera a jàssera.

8.2.5. Altres elements

En aquest apartat, es poden trobar altres elements estructurals utilitzats en el disseny dels aparcaments tots ells realitzats amb formigó prefabricat de la marca Fabricats Pujol.

8.2.5.1. Escales

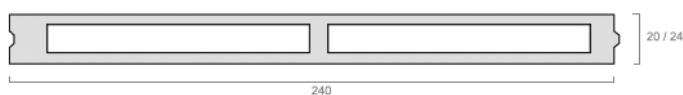
Les escales han estat dissenyades basant-se en el codi d'accessibilitat vigent.

L'ús de lloses escala prefabricades, permet un important estalvi en temps d'execució i una reducció considerable de la mà d'obra, així com dels seus costos associats.

Es poden fabricar en diferents espessors i amplàries segons les necessitats de cada projecte.

8.2.5.2. Tancaments exteriors

Els tancaments tenen la funció d'aïllar l'interior de l'edifici de les inclemències del temps (pluja, vent, neu, etc.), aïllar l'edifici tèrmica i acústicament, protegir contra incendis, protecció solar així com una funció estètica. Els tancaments exteriors s'utilitzen únicament en la zona de lavabos ja que l'interior dels aparcaments és diàfan. La tipologia usada és la paret alleugerida, i a la Figura 8.10 es pot veure les característiques.



ESPESSOR (cm)	TIPUS DE PARET	AMPLE DE SÈRIE (m)	LONGITUD MÀXIMA (m)	COL·LOCACIÓ	UBICACIÓ	PES (kg/m ²)	ALÇADA MÀXIMA (m)
e = 20	alleugerida*	2,40	12,00	horitzontal / vertical	exterior / interior	350	
e = 24	alleugerida*	2,40	14,00		exterior	390	

Figura 8.10. Paret alleugerida per als lavabos

Com que es poden col·locar tant horitzontal com vertical s'utilitzen tant de paret com de sostre del petit recinte dissenyat per als lavabos.

8.2.5.3. Solera

La solera és el terra pla de morter o formigó, preparat per rebre un material de pavimentació. És la encarregada de proporcionar una superfície plana amb suficient resistència per poder suportar les característiques del local. Es col·loca al terra de la planta inferior per

sobre del terreny que, prèviament, s'ha d'haver condicionat. Una altra funció de la solera és evitar l'entrada del vapor d'aigua a l'edifici i evitar les pèrdues calorífiques a través seu.

La solera es realitza amb formigó i es realitza *in situ*. Habitualment, s'executen amb franges de 4 a 5 metres d'amplada.

És necessari disposar de juntes de dilatació per poder controlar les dilatacions tèrmiques i les retraccions de la solera. Es fan unes ranures de 2,5 cm de profunditat a la part superior de la solera.

L'acabat superficial del formigó es pot realitzar amb una llana o un remolinador mecànic.

La solera està formada per les següents capes i es pot veure a la Figura 8.11.:

- 1ª: terreny compactat mitjançant apisonadora de rodets i electrosons.
- 2ª: 20 cm de grava de riu com a material resistent i de filtratge.
- 3ª: làmina aïllant de polietilè per evitar condensacions i circulació d'humitats des del sòl cap a l'interior del local.
- 4ª: 25 cm de formigó en massa de resistència 25 N/mm², amb una malla reticulada d'acer de diàmetre 10mm.
- Finalment, s'anivella i s'homogeneïtza amb un "helicòpter".

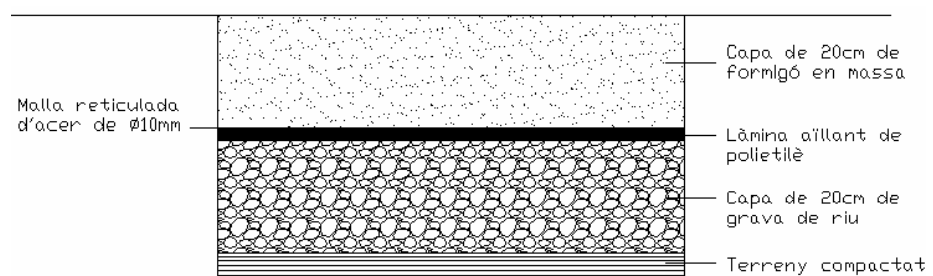


Figura 8.11. Detall esquemàtic de la solera

9. Estudi de les instal·lacions

A continuació es realitza l'estudi de les diferents instal·lacions.

9.1. Instal·lacions contra incendis

El projecte s'ajusta i compleix en la seva totalitat amb el Codi Tècnic de l'Edificació centrant-se en el Document Bàsic referent a la Seguretat en cas d'Incendi (CTE DB-SI).

1) Propagació interior

En primer lloc, cal sectoritzar el local a estudiar. En aquest cas, cada planta soterrània de l'aparcament equival a un sector independent. Per tant, l'aparcament soterrat d'una sola planta consta d'un sector, el de dues plantes soterrades consta de dos sectors i el de tres plantes soterrades consta de tres sectors d'incendi.

La resistència al foc de les parets és EI-120, la de les portes és EI-60 i la dels forjats és REI-120 ja que és un element portant i, a més a més, separa dos sectors diferenciats. Els murs pantalla també tenen una resistència al foc de REI-120 perquè també són elements portants. Els elements passants, com el pas de les instal·lacions, els cables, els sistemes de ventilació, etc, seran també EI-120.

A continuació, a la Taula 9.1, es detalla el revestiment que han de tenir els diferents elements constructius:

Taula 9.1. Revestiment dels diferents elements constructius

Element	Revestiment	
	Sostre i Paret	Sòls
Zona ocupable	C-s2, d0	E _{FL}
Passadís i escala	B-s1, d0	C _{FL} -s1
Aparcament	A2-s1, d0	A2 _{FL} -s1

2) Propagació exterior

Amb la finalitat de limitar el risc de propagació vertical de l'incendi per façana entre dos sectors d'incendi aquesta façana ha de ser al menys de EI-60 en una franja d'1 metre d'altura, com a mínim, mesurat sobre el pla de la façana. En aquest cas, al tractar-se d'un local soterrat i, com ja s'ha comentat a l'apartat anterior, els murs pantalla són REI-120.

3) Evacuació dels ocupants

El local estudiat és un aparcament vinculat a una activitat subjecta a horari, per tant, la densitat d'ocupació és de 15 m²/persona.

Per l'evacuació dels ocupants en cas d'incendi cada planta de cada aparcament consta de dues sortides d'emergència que són les rampes en sentit ascendent i les escales, també en sentit ascendent. El recorregut d'evacuació per a ús d'aparcament és de màxim 35 metres, és a dir, que des de qualsevol punt de l'aparcament hi ha d'haver màxim 35 metres de separació entre la sortida més pròxima. Els diferents recorreguts d'evacuació i les diverses sortides d'emergència han d'estar totalment senyalitzats amb enllumenat d'emergència d'1 lux. Estarà situat sobre cada sortida i marcant el recorregut d'evacuació juntament amb unes fletxes de senyalització, tal i com es pot veure als *Plànols*.

El dimensionat dels elements d'evacuació està normalitzat. Les portes han de tenir un ample mínim de 0,80 metres i els passadissos, rampes i escales mínim 1 metre. Es pot comprovar als diferents plànols com es compleix.

La capacitat d'evacuació de les escales en sentit ascendent és de 315 persones per l'aparcament d'una i dues plantes i de 365 pel de tres plantes.

El control de fum es pot veure a l'apartat de ventilació d'aquest projecte.

4) Detecció, control i extinció d'incendis

Les dotacions d'instal·lacions de protecció contra incendis poden ser manuals o automàtiques. Les manuals consten d'extintors amb una eficiència de 21A-113B situats cada 15 metres, de columnes seques només instal·lada si hi ha més de tres plantes sota rasant i de BIE's (boques d'incendi) del tipus 25 mm amb un radi de protecció màxim de 25 metres. Les automàtiques consten de sistemes de detecció d'incendi, en concret, detectors de fum amb una superfície de protecció de 60 m², d'instal·lacions automàtiques d'extinció si hi ha una alçada d'evacuació igual o superior a 80 metres i d'hidrants exteriors que per ús d'aparcament cal posar si la superfície està entre 1.000 i 10.000 m².

A continuació es detallen les dotacions d'instal·lacions de protecció:

➤ Aparcament amb una planta soterrada

Extinció manual:

- Extintor: 18 unitats
- Columna seca: no cal
- BIE: 3 unitats

Extinció automàtica:

- Sistema de detecció d'incendi: 27 detectors de fum
- Instal·lació automàtica d'extinció: no cal
- Hidrant exterior: 1 unitat

➤ Aparcament amb dues plantes soterrades

Extinció manual:

- Extintor: 34 unitats
- Columna seca: no cal
- BIE: 6 unitats

Extinció automàtica:

- Sistema de detecció d'incendi: 54 detectors de fum
- Instal·lació automàtica d'extinció: no cal
- Hidrant exterior: 1 unitat

➤ Aparcament amb tres plantes soterrades

Extinció manual:

- Extintor: 55 unitats
- Columna seca: no cal
- BIE: 6 unitats

Extinció automàtica:

- Sistema de detecció d'incendi: 78 detectors de fum
- Instal·lació automàtica d'extinció: no cal
- Hidrant exterior: 1 unitat

Tots els elements han d'anar degudament senyalitzats. La distribució de tots els elements es pot veure als *Plànols*.

5) Intervenció dels bombers

L'aproximació als edificis ha de ser suficient per a les possibles maniobres dels camions de bombers. També hi ha d'haver bona accessibilitat a l'interior de l'edifici. Requisits que es compleixen en aquest projecte.

A més a més de l'estudi de la distribució dels elements de protecció contra incendis també cal realitzar el càlcul de les pèrdues de càrrega per tal de dimensionar la xarxa correctament.

En primer lloc, cal realitzar el càlcul del cabal i del consum de les BIE's i dels hidrants i, a continuació, es realitza el dimensionat de la xarxa contra incendis pel major cabal existent. Per finalitzar, es realitzen certs càlculs tots ells detallats a l'*Annex III. Càlcul instal·lacions contra incendis* i s'obté la

pressió, la potència i el cabal total. Aquests darrers càlculs es realitzen perquè l'últim element, en aquest cas una BIE, tingui la pressió suficient per al seu funcionament, segons normativa mínim 35 mca. El resultat dels càlculs es detalla tot seguit:

- Aparcament d'una planta soterrada:
 - Pressió total del grup = 40,09 mca
 - Potència = 11,58 CV
 - Cabal total = 60,01 m³/h

- Aparcament de dues plantes soterrades:
 - Pressió total del grup = 37,12 mca
 - Potència = 10,70 CV
 - Cabal total = 60,01 m³/h

- Aparcament de tres plantes soterrades:
 - Pressió total del grup = 35,06 mca
 - Potència = 10,39 CV
 - Cabal total = 60,01 m³/h

9.2. Instal·lacions sanitàries

El projecte s'ajusta i compleix en la seva totalitat amb el Codi Tècnic de l'Edificació centrant-se en el Document Bàsic referent al Subministrament d'aigua (CTE DB-HS4).

Les instal·lacions sanitàries són les instal·lacions d'aigua freda i d'aigua calenta sanitària, és a dir, són les instal·lacions que subministren aigua als aparcaments.

Pel càlcul de les instal·lacions sanitàries el primer que es necessita són els criteris de càlcul i el número d'elements a proveir. En aquest cas, existeix cert número d'aixetes de garatge situades a diferents punts de l'aparcament (la distribució es pot trobar als *Plànols*). També existeixen uns lavabos diferenciats per homes i dones i una cambra higiènica adaptada dotats amb un inodor i un rentamans cadascun.

La instal·lació sanitària d'aigua freda es divideix en:

- AFS contra incendis: aigua utilitzada per a l'extinció d'incendis per mitjà de BIE's i d'hidrants.
- AFS per manteniment: aigua utilitzada pel manteniment dels aparcaments. El subministrament és mitjançant les aixetes de garatge.
- AFS dels serveis: aigua utilitzada per proveir els sanitaris.

A continuació es passa a dissenyar la xarxa, es necessita subministrament pel procés, per aquest motiu, s'ha utilitzat una connexió directa a través de dipòsit. Un cop finalitzat el càlcul de consum es pot observar que el dipòsit necessari pel subministrament d'aigua freda sanitària és de 100 m^3 per l'aparcament d'una planta soterrada, de 111 m^3 per l'aparcament de dues plantes soterrades i de 116 m^3 per l'aparcament de tres plantes soterrades. Els dipòsits es realitzen de formigó per raó del seu gran volum. Els càlculs es detallen a l' *Annex IV. Càlcul instal·lacions sanitàries*, així com la xarxa de distribució que es pot veure a l'apartat de *Plànols*.

El següent pas és el dimensionat dels conductes. Es calcula el diàmetre nominal proporcionant una velocitat adequada a cada tram de conducte i es relaciona amb els cabals obtinguts en el punt anterior. Els diàmetres i materials dels diferents elements connectors estan totalment detallats als annexos. S'utilitza coure per les canonades de la xarxa sanitària i acer negre per les canonades de la xarxa contra incendis. El coure s'utilitza perquè és el material òptim per canonades de consum i l'acer negre perquè és un material molt resistent. És necessari que els conductes estiguin degudament aïllats utilitzant escuma elastomèrica de 9 mm d'espessor. Les canonades utilitzades són del model Uralita, però es pot emprat qualsevol model similar.

L'últim pas consisteix en calcular el grup de pressió de la instal·lació. Per aquest motiu, s'ha realitzat una taula que detalla tots els passos fins a l'obtenció de la pressió, del cabal i de la potència total. Es parteix del cabal màxim simultani de la instal·lació, que per l'aparcament d'una planta soterrània és de 0,467 l/s, per l'aparcament de dues plantes és de 0,610 l/s i per l'aparcament de tres plantes és de 0,641 l/s. Les diverses taules estan detallades en l' *Annex IV. Càlcul instal·lacions sanitàries*. A continuació, s'indiquen els resultats de tots tres models estudiats:

➤ Aparcament d'una planta soterrada:

Pressió total del grup = 26,03 mca

Potència = 0,22 CV

Cabal total = $1,68 \text{ m}^3/\text{h}$

➤ Aparcament de dues plantes soterrades:

Pressió total del grup = 27,68 mca

Potència = 0,30 CV

Cabal total = $2,20 \text{ m}^3/\text{h}$

➤ Aparcament de tres plantes soterrades:

Pressió total del grup = 46,15 mca

Potència = 0,53 CV

Cabal total = 2,30 m³/h

La instal·lació d'aigua calenta sanitària és del tipus centralitzat i es realitza mitjançant una caldera. Tot i ser una instal·lació petita, únicament subministra a tres rentamans la tipologia d'instal·lació és centralitzat a causa del gran nombre d'individus que podrien utilitzar-los.

El càlcul i el dimensionat es realitza de forma semblant al realitzat per AFS. El primer pas és l'estudi dels elements que necessiten ACS. El següent pas és el càlcul dels seus consums. A continuació, es realitza el disseny de xarxa i s'obté el volum del dipòsit d'acumulació que subministra l'aigua calenta i la potència de la caldera. El següent pas és el dimensionat dels conductes, també dependent del cabal i de la velocitat. Els conductes estan aïllats amb escuma elastomèrica de 35 mm d'espessor i són d'acer galvanitzat. El model és Uralita o similar.

Amb l'ajut dels càlculs trobats a l' *Annex IV. Càlcul instal·lacions sanitàries* s'han obtingut les dades següents:

➤ Aparcament d'una planta soterrada:

Potència caldera = 27,54 kW

Volum dipòsit d'acumulació = 0,95 m³

Cabal = 0,33 l/s

➤ Aparcament de dues plantes soterrades:

Potència caldera = 36,72 kW

Volum dipòsit d'acumulació = 1,30 m³

Cabal = 0,44 l/s

➤ Aparcament de tres plantes soterrades:

Potència caldera = 56,91 kW

Volum dipòsit d'acumulació = 2,00 m³

Cabal = 0,68 l/s

Les calderes seran, respectivament, de 30, 40 i 60 kW de la marca Roca. Els dipòsits d'acumulació són de la marca Lapesa de la sèrie Master Europa.

9.3. Instal·lacions de sanejament

El projecte s'ajusta i compleix en la seva totalitat amb el Codi Tècnic de l'Edificació centrant-se en el Document Bàsic referent a l'Evacuació d'aigües (CTE DB-HS5).

A la ciutat de realització de l'aparcament (Terrassa) hi ha xarxa separativa, per tant, hi ha dues xarxes diferenciades. Per un costat, està la xarxa d'aigües pluvials i, per un altre, la xarxa d'aigües residuals.

Pel càlcul de la instal·lació pluvial és necessari conèixer el número de boneres que tindran els aparcaments relacionant-les amb la superfície planta de cada aparcament on estiguin situades.

Després dels càlculs, que es poden trobar a l'apartat d'*Annex V. Càlcul instal·lacions de sanejament*, s'obté el número de boneres. Per l'aparcament d'una planta soterrada calen 11 boneres, per l'aparcament de dues plantes calen 22 boneres i per l'aparcament de tres plantes calen 31 boneres. Però s'han afegit dues reixes, que fan la mateixa funció que les boneres, situades al principi i al final de la rampa d'entrada de l'aparcament ja que hi podria haver una acumulació massiva d'aigua. Les boneres es situen al centre dels passadissos longitudinals i s'ha realitzat un cert grau de pendent per facilitar l'entrada de l'aigua a les respectives boneres.

A més a més, és necessari el dimensionat dels baixants i dels col·lectors. Aquest càlcul també es relaciona amb la superfície de planta dels aparcaments, per tant, amb la seva situació.

Els baixants calculats són de PVC per no ser de consum i tenen un diàmetre de 90 mm ja que és el diàmetre mínim. El model és Uralita o similar.

Els col·lectors calculats corresponen a les connexions realitzades als *Plànols*. Són de PVC i cada col·lector té el seu diàmetre corresponent també calculat a l'apartat d'*Annex V. Càlcul instal·lacions de sanejament*. El model utilitzat és tipus Uralita o similar. Al final de la xarxa s'ha introduït un sistema de filtratge i neteja de les aigües ja que podrien tenir algun element de tòxic com pot ser detergent o sabó.

Per un altre costat, està el càlcul de les instal·lacions residuals centrat únicament en els lavabos ja que és l'únic lloc on hi ha sanitaris, es pot trobar també a l' *Annex V. Càlcul instal·lacions de sanejament*.

Tenen diferent denominació segons si són elements pluvials (BP, baixant pluvial; R, reixa o C, col·lector) o si són elements residuals (BF, baixant fecal).

La instal·lació residual consta, a més a més, d'una instal·lació de ventilació primària que evita que les males olors s'introdueixen als lavabos. La ventilació primària és una ventilació que sempre ha de ser-hi, en canvi, la ventilació secundària no és necessària per ser un edifici inferior a 7 plantes. No hi haurà tampoc ventilació terciària ja que hi ha terciària si també hi ha secundària i no és el cas com s'ha vist.

9.4. Instal·lacions de ventilació

El projecte s'ajusta i compleix en la seva totalitat amb el Codi Tècnic de l'Edificació centrant-se en el Document Bàsic referent a la Qualitat de l'aire interior (CTE DB-HS3).

La instal·lació de ventilació és un element fonamental per a la realització d'un aparcament soterrat. La ventilació és forçada ja que al ser soterrat no podria tenir ventilació natural de cap manera.

Els aparcaments es realitzen amb ventilació per depressió, és a dir, extraient l'aire de l'interior del recinte cap a l'exterior. Però perquè l'aire es netegi al màxim i hi hagi una escombrada total a tot l'aparcament cal introduir aire. Per tant, la conclusió és que hi ha d'haver tant extracció com admissió d'aire.

Els aparcaments amb un número superior a 15 places és obligatori posar, al menys, dues xarxes de conductes d'extracció amb aspirador mecànic a cada planta. L'aspirador ha d'estar situat en un lloc accessible per manteniment. També és d'obligatori compliment la introducció d'un sistema de detecció de monòxid de carboni (CO) a cada planta amb activació automàtica si sobrepasa les 50 ppm. El sistema de detecció consisteix en una central de detecció de gasos i un sistema de detecció de CO.

Als conductes de ventilació hi ha obertures o reixes de ventilació i han de tenir una separació màxima entre elles de 10 metres. A més, hi ha d'haver una obertura d'admissió i una d'extracció per cada 100 m². Per a la realització de l'extracció o admissió d'aire s'empren ventiladors extractors o ventiladors impulsors.

La instal·lació de ventilació ha de tenir, a més a més, del sistema de detecció automàtic de CO un sistema de detecció, també automàtic, de l'increment de

la temperatura. Si el sistema detecta un increment en la temperatura, per exemple per motiu d'incendi, els ventiladors es posen en funcionament per l'evacuació dels fums de l'incendi. A part dels sistemes automàtics a cada planta hi ha d'haver un polsador per activar manualment el sistema de ventilació.

Per un òptim control de fums cal que les obertures d'extracció més properes a terra tinguin tancament automàtic amb comportes de resistència mínima de $E_{600}90$, els ventiladors han de ser mínim de la classificació $F_{300}60$ i els conductes mínim $E_{600}90$. En aquest cas, tots seran de 120 ja que l'aparcament és de EI-120.

Per a la realització i càlcul de la instal·lació de ventilació en primera instància es fa el disseny de la xarxa i a continuació el dimensionament.

El disseny de la xarxa consisteix en trobar el cabal del recinte. En el cas d'un aparcament el cabal de ventilació és de $q_v = 120$ l/s·plaça. Un cop trobat el cabal es distribueix de tal manera que arribi el mateix cabal a les diferents xarxes de conductes.

El dimensionat dels conductes està condicionat per la velocitat de transport de l'aire en els conductes (10 m/s) i pel cabal trobat anteriorment. Es tracta de conductes rectangulars i de xapa metàl·lica.

Després es realitza el càlcul de pèrdua de càrrega de l'element més allunyat per verificar que arriba l'aire amb la pressió adient. Amb les dades de pressió i de cabal es troba un model de ventilador a catàleg.

Un cop plantejat el sistema de resolució es passa a comentar el disseny de cada tipologia d'aparcament, els càlculs es poden trobar a l'*Annex VI. Càlcul instal·lacions de ventilació*.

➤ Aparcament d'una planta soterrada:

Xarxes de ventilació: 3 xarxes d'extracció + 1 xarxa d'admissió doble

De la Taula 9.2 a la Taula 9.5 es poden trobar els resultats dels càlculs d'aquest aparcament.

Taula 9.2. Resum dels càlculs realitzats en el Conducte A

CONDUCTE A (extracció)		
Tram	Cabal [m ³ /h]	Dimensió [mm x mm]
0-1	3726	450 x 250
1-2	3105	450 x 250
2-3	2484	350 x 250
3-4	1863	350 x 200
4-5	1242	350 x 150
5-6	621	350 x 150

On hi ha un total de 17 mmca de pèrdues de càrrega que es contraresten amb un extractor helicoïdal Soler&Palau model HCFT/4-560/H.

Taula 9.3. Resum dels càlculs realitzats en el Conducte B

CONDUCTE B (extracció)		
Tram	Cabal [m ³ /h]	Dimensió [mm x mm]
0-1	3105	300 x 300
1-2	2484	300 x 300
2-3	1863	250 x 250
3-4	1242	250 x 200
4-5	621	250 x 200

On hi ha un total de 16 mmca de pèrdues de càrrega que es contraresten amb un extractor helicoïdal Soler&Palau model HCFT/4-560/H.

Taula 9.4. Resum dels càlculs realitzats en el Conducte C

CONDUCTE C (extracció)		
Tram	Cabal [m ³ /h]	Dimensió [mm x mm]
0-1	3105	300 x 300
1-2	2484	300 x 300
2-3	1863	250 x 250
3-4	1242	250 x 200
4-5	621	250 x 200

On hi ha un total de 17 mmca de pèrdues de càrrega que es contraresten amb un extractor helicoïdal Soler&Palau model HCFT/4-560/H.

Taula 9.5. Resum dels càlculs realitzats en el Conducte D

CONDUCTE D (admissió)		
Tram	Cabal [m ³ /h]	Dimensió [mm x mm]
0-1	9936	600 x 500
1-2	8694	600 x 450
2-3	7452	550 x 450
3-4	6210	550 x 400
4-5	4968	550 x 350
5-6	3726	500 x 350
6-7	2484	500 x 300
7-8	1242	500 x 300

On hi ha un total de 20 mmca de pèrdues de càrrega que es contraresten amb un extractor helicoïdal Soler&Palau model HCFT/4-630/H.

➤ Aparcament de dues plantes soterrades:

Xarxes de ventilació: 2 xarxes d'extracció + 1 xarxa d'admissió doble per planta

De la Taula 9.6 a la Taula 9.11 es poden trobar els resultats dels càlculs d'aquest aparcament.

Taula 9.6. Resum dels càlculs realitzats en el Conducte A

CONDUCTE A (extracció)		
Tram	Cabal [m ³ /h]	Dimensió [mm x mm]
0-1	1830	300 x 200
1-2	1372,5	300 x 150
2-3	915	250 x 150
3-4	457,5	250 x 150

On hi ha un total de 16 mmca de pèrdues de càrrega que es contraresten amb un extractor helicoïdal Soler&Palau model HCFT/4-450/H.

Taula 9.7. Resum dels càlculs realitzats en el Conducte B

CONDUCTE B (extracció)		
Tram	Cabal [m ³ /h]	Dimensió [mm x mm]
0-1	5946	600 x 300
1-2	5488,62	550 x 300
2-3	5031,23	550 x 300
3-4	4573,85	500 x 300
4-5	4116,46	450 x 300
5-6	3659,08	400 x 300
6-7	2744,31	400 x 250
7-8	2286,92	350 x 250
8-9	1829,54	350 x 200
9-10	1372,15	300 x 200
10-11	914,77	300 x 150
11-12	457,38	300 x 150

On hi ha un total de 21 mmca de pèrdues de càrrega que es contraresten amb un extractor helicoïdal Soler&Palau model HCFT/4-630/H.

Taula 9.8. Resum dels càlculs realitzats en el Conducte C

CONDUCTE C (admissió)		
Tram	Cabal [m ³ /h]	Dimensió [mm x mm]
0-1	7776	600 x 400
1-2	6804	600 x 350
2-3	5832	550 x 350
3-4	4860	550 x 300
4-5	3888	550 x 250
5-6	2916	500 x 250
6-7	1944	500 x 200
7-8	972	500 x 200

On hi ha un total de 20 mmca de pèrdues de càrrega que es contraresten amb un extractor helicoïdal Soler&Palau model HCFT/4-630/H.

Taula 9.9. Resum dels càlculs realitzats en el Conducte D

CONDUCTE D (extracció)		
Tram	Cabal [m ³ /h]	Dimensió [mm x mm]
0-1	2541	400 x 200
1-2	1905,75	350 x 200
2-3	1270,5	350 x 150
3-4	635,25	350 x 150

On hi ha un total de 20 mmca de pèrdues de càrrega que es contraresten amb un extractor helicoidal Soler&Palau model HCFT/4-560/H.

Taula 9.10. Resum dels càlculs realitzats en el Conducte E

CONDUCTE E (extracció)		
Tram	Cabal [m ³ /h]	Dimensió [mm x mm]
0-1	8259	600 x 400
1-2	7623,69	600 x 400
2-3	6988,38	550 x 400
3-4	6353,08	500 x 400
4-5	5717,77	450 x 400
5-6	5082,46	450 x 400
6-7	3811,85	450 x 350
7-8	3176,54	450 x 300
8-9	2541,23	450 x 250
9-10	1905,92	450 x 200
10-11	1270,62	400 x 200
11-12	635,31	400 x 200

On hi ha un total de 29 mmca de pèrdues de càrrega que es contraresten amb un extractor helicoidal Soler&Palau model HCFT/4-800/L-X.

Taula 9.11. Resum dels càlculs realitzats en el Conducte F

CONDUCTE F (admissió)		
Tram	Cabal [m ³ /h]	Dimensió [mm x mm]
0-1	10800	600 x 550
1-2	9450	600 x 500
2-3	8100	600 x 450
3-4	6750	600 x 400
4-5	5400	600 x 350
5-6	4050	600 x 300
6-7	2700	550 x 300
7-8	1350	550 x 300

On hi ha un total de 20 mmca de pèrdues de càrrega que es contraresten amb un extractor helicoïdal Soler&Palau model HCFT/4-630/H.

➤ Aparcament de tres plantes soterrades:

Xarxes de ventilació: 2 xarxes d'extracció + 1 xarxa d'admissió doble per planta

De la Taula 9.12 a la Taula 9.17 es poden trobar els resultats dels càlculs d'aquest aparcament.

Taula 9.12. Resum dels càlculs realitzats en el Conducte A

CONDUCTE A (extracció)		
Tram	Cabal [m ³ /h]	Dimensió [mm x mm]
0-1	3996	400 x 300
1-2	3496,5	350 x 300
2-3	2997	350 x 300
3-4	2497,5	350 x 250
4-5	1998	350 x 200
5-6	1498,5	300 x 200
6-7	999	300 x 150
7-8	499,5	300 x 150

On hi ha un total de 19 mmca de pèrdues de càrrega que es contraresten amb un extractor helicoïdal Soler&Palau model HCFT/4-560/H.

Taula 9.13. Resum dels càlculs realitzats en el Conducte B

CONDUCTE B (extracció)		
Tram	Cabal [m ³ /h]	Dimensió [mm x mm]
0-1	3996	400 x 300
1-2	3496,5	350 x 300
2-3	2997	350 x 300
3-4	2497,5	350 x 250
4-5	1498,5	300 x 200
5-6	999	300 x 150
6-7	499,5	300 x 150

On hi ha un total de 19 mmca de pèrdues de càrrega que es contraresten amb un extractor helicoïdal Soler&Palau model HCFT/4-560/H.

Taula 9.14. Resum dels càlculs realitzats en el Conducte C

CONDUCTE C (admissió)		
Tram	Cabal [m ³ /h]	Dimensió [mm x mm]
0-1	7992	600 x 400
1-2	6993	550 x 400
2-3	5994	550 x 350
3-4	4995	550 x 300
4-5	3996	500 x 300
5-6	2997	500 x 250
6-7	1998	500 x 200
7-8	999	500 x 200

On hi ha un total de 18 mmca de pèrdues de càrrega que es contraresten amb un extractor helicoïdal Soler&Palau model HCFT/4-560/H.

Taula 9.15. Resum dels càlculs realitzats en el Conducte D i G

CONDUCTE D/G (extracció)		
Tram	Cabal [m ³ /h]	Dimensió [mm x mm]
0-1	4574	450 x 300
1-2	4002,25	400 x 300
2-3	3430,5	350 x 300
3-4	2858,75	350 x 300
4-5	2287	350 x 250
5-6	1715,25	350 x 200
6-7	1143,5	350 x 150
7-8	571,75	350 x 150

Al conducte D, on hi ha un total de 20 mmca de pèrdues de càrrega que es contraresten amb un extractor helicoïdal Soler&Palau model HCFT/4-560/H.

Al conducte G, on hi ha un total de 20 mmca de pèrdues de càrrega que es contraresten amb un extractor helicoïdal Soler&Palau model HCFT/4-560/H.

Taula 9.16. Resum dels càlculs realitzats en el Conducte E i H

CONDUCTE E/H (extracció)		
Tram	Cabal [m ³ /h]	Dimensió [mm x mm]
0-1	5146	450 x 350
1-2	4574,22	400 x 350
2-3	4002,44	350 x 350
3-4	3430,67	350 x 350
4-5	2287,11	350 x 250
5-6	1715,33	350 x 200
6-7	1143,56	350 x 150
7-8	571,78	350 x 150

Al conducte E, on hi ha un total de 20 mmca de pèrdues de càrrega que es contraresten amb un extractor helicoïdal Soler&Palau model HCFT/4-560/H.

Al conducte H, on hi ha un total de 21 mmca de pèrdues de càrrega que es contraresten amb un extractor helicoïdal Soler&Palau model HCFT/4-560/H.

Taula 9.17. Resum dels càlculs realitzats en el Conducte F i I

CONDUCTE F/I (admissió)		
Tram	Cabal [m ³ /h]	Dimensió [mm x mm]
0-1	9720	650 x 450
1-2	8505	650 x 400
2-3	7290	600 x 400
3-4	6075	600 x 350
4-5	4860	600 x 300
5-6	3645	550 x 250
6-7	2430	550 x 200
7-8	1215	550 x 200

Al conducte F, on hi ha un total de 19 mmca de pèrdues de càrrega que es contraresten amb un extractor helicoïdal Soler&Palau model HCFT/4-630/H.

Al conducte I, on hi ha un total de 19 mmca de pèrdues de càrrega que es contraresten amb un extractor helicoïdal Soler&Palau model HCFT/4-630/H.

La ventilació dels lavabos es realitza de forma natural, amb la introducció de reixes d'entrada de ventilació natural a la part inferior de les portes.

9.5. Instal·lacions elèctriques

El projecte s'ajusta i compleix en la seva totalitat amb la normativa relativa a les instal·lacions elèctriques. Compleix amb l'Ordre ITC/3860/2007, de 28 de desembre, per la que es revisen les tarifes elèctriques a partir de l'1 de gener de 2008. També compleix amb el Real Decret 842/2002, de 2 d'agost, pel que s'aprova el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió (REBT) i compleix amb les Instruccions Tècniques Complementàries (ITC) BT 01 a BT 51.

1) Descripció de la instal·lació

El subministrament es realitza des de l'estació transformadora situada a l'interior de l'aparcament. L'ET es ventila amb la ventilació pròpia de l'aparcament.

La instal·lació té el seu origen en el quadre general que està ubicat a la primera planta dels aparcaments. Des del quadre general es distribueix als diferents receptors i subquadres i, a la vegada, del subquadres l'energia elèctrica es distribueix fins a uns altres receptors. Les canalitzacions elèctriques realitzades són mitjançant safates perforades i per a la connexió directa amb els receptors s'utilitza la tipologia de tub en muntatge superficial o encastat en obra de material metàl·lic rígid i amb grau de protecció 7 per xoc mecànic. El conductor és del tipus RV-0,6/1kV, útil per totes dues tipologies. La distribució es pot veure detalladament als *Plànols*.

L'enllumenat general dels aparcaments es realitza amb lluminàries fluorescents dobles de 36 W i a la zona de les escales amb una lluminària fluorescent simple de també 36 W, al igual que als lavabos. A causa que els aparcaments són, segons la normativa REBT en la ITC-BT-29, locals amb risc d'incendi o explosió de la classe I (local amb líquids inflamables, benzina) les lluminàries hauran de ser resistents a la pressió significant que suportaran una eventual explosió interna per curtcircuit i, per tant, no podran ser causa d'ignició en l'atmosfera del local. Són robustes, amb carcasses d'acer i cubeta de vidre dur; s'identifiquen amb el símbol "EX".

L'enllumenat d'emergència i senyalització ha de subministrar 1 lux a nivell de terra en les rutes d'evacuació i 5 lux en els llocs on estiguin instal·lats els quadres d'enllumenat i els equips de protecció contra incendis. Es mantindrà com a mínim durant 1 hora. Es pot veure la distribució als *Plànols*.

2) Protecció elèctrica

Tots els subquadres i receptors estan dotats de protecció diferencial a través d'interruptors diferencials instal·lats a la capçalera d'aquests o en cada circuit o grup de circuits. Aquests interruptors diferencials tenen una sensibilitat de 300 mA (per maquinària) o 30 mA (per enllumenat) per garantir la protecció contra contactes indirectes.

Totes les masses metàl·liques dels receptors estan connectats a terra. El valor de la resistència a terra no pot ser superior al següent valor:

$$R = \frac{24V}{300mA} = \frac{24V}{0,3A} = 80 \Omega \quad (\text{considerant } V_{\text{contacte}} = 24V, \text{ per local humit})$$

La instal·lació de posta a terra està formada per un conductor de coure nu de 35 mm² d'àrea soterrat per tot el perímetre de l'aparcament, en forma d'anell. La resistència a terra és segons tipologia de terreny $R \leq 15 \Omega$ i no hi ha necessita d'introduir piquetes ja que amb el cable nu és suficient.

3) Estudi de contractació

L'estudi de contractació és un paràmetre bàsic del disseny de línies elèctriques. Es realitza l'estudi per poder escollir la millor opció de contractació; mitja o baixa tensió. La millor opció es basa merament en requisits econòmics.

Per a la realització de l'estudi es parteix de les dades recopilades dels aparcaments. Les dades més importants són la superfície del local, el calendari laboral, l'horari de treball i la potència dels receptors.

El següent pas és la previsió de consum i el càlcul de la potència a contractar. Per obtenir les diverses potències s'ha de calcular la potència instal·lada (suma de potències dels diferents receptors), la potència màxima simultània (màxima potència en treballar simultàniament amb el major número de receptors), la potència a contractar (potència superior a la màxima simultània) i la potència a sol·licitar (potència major a la potència a contractar sol·licitada en previsió a futures ampliacions). La previsió de consum s'estima en funció

de l'horari laboral i dels dies treballats. Es pot estimar en base a diferents punts. Per obtenir una bona estimació és necessari tenir un ampli coneixement del funcionament dels aparcaments.

A continuació es realitzen els costos d'inversió. Es calculen els costos d'escomesa, els costos d'ambdues contractacions i els costos de l'estació transformadora si es contractara a MT.

Un cop calculats els costos d'inversió el següent pas és calcular els costos anuals. Pel càlcul és necessària l'elecció de la factura que més s'adapti a les necessitats de la instal·lació, tant per BT com per MT.

Després dels diferents càlculs de costos ja és possible l'elecció tant del tipus de contractació com de la factura d'aquesta.

Com últim punt s'estudien els tipus de discriminació horària, diferenciant entre hores punta, hores planes i hores vall i diferenciant entre horari d'estiu i d'hivern.

Els càlculs detallats es poden trobar a l'Annex VII. Càlcul instal·lacions elèctriques. Les conclusions són les següents:

➤ Aparcament d'una planta soterrada:

Consum anual = 150944,64 kWh

Contractació de MT amb tarifa 1.1 i discriminació del tipus T2.

➤ Aparcament de dues plantes soterrades:

Contractació de MT.

➤ Aparcament de tres plantes soterrades:

Contractació de MT.

L'estudi de dues i tres plantes, ja es comenta a l'annex, que no es realitza perquè les potències obtingudes al següent punt, disseny de la instal·lació, són més exactes, més adequades.

4) Disseny de la instal·lació

Pel disseny de la instal·lació, en primer lloc, és necessari tenir totes les dades relatives a la instal·lació com són les superfícies dels diferents espais, les potències dels receptors de força i dels receptors d'enllumenat.

A continuació, s'han de preveure els consums dels aparcaments, consums tant trifàsics com monofàsics. Per això, s'ha realitzat una taula amb els càlculs dels consums dels diferents quadres i subquadres elèctrics i dels

diferents receptors. Amb aquests valors s'obté la potència instal·lada, la potència màxima simultània i la potència a contractar. Es pot veure els resultats obtinguts a l'*Annex VII. Càlcul instal·lacions elèctriques*:

- Aparcament d'una planta soterrada:
 - Potència instal·lada = 36,95 kW
 - Potència màxima simultània = 33,26 kW
 - Potència a contractar = 40,00 kW

- Aparcament de dues plantes soterrades:
 - Potència instal·lada = 73,80 kW
 - Potència màxima simultània = 66,42 kW
 - Potència a contractar = 70,00 kW

- Aparcament de tres plantes soterrades:
 - Potència instal·lada = 100,15 kW
 - Potència màxima simultània = 90,14 kW
 - Potència a contractar = 100,00 kW

El següent pas és el dimensionat dels conductors. Per a realitzar-lo correctament s'ha de fer dues comprovacions. La primera comprovació és per escalfament, es comprova si el conductor admet la intensitat obtinguda en escollir un tipus concret de distribució dels conductors. La segona és la comprovació per caiguda de tensió, es comprova si el valor de tensió obtingut està per sota dels valors màxims (3% per enllumenat i 5% per força).

L'últim pas pel disseny de la instal·lació és l'elecció dels diferents elements de protecció. És necessària l'elecció de dos tipus diferents de proteccions. La primera elecció és la de l'interruptor magnetotèrmic que protegeix enfront a sobrecàrregues i enfront a curtcircuits i la segona elecció és la de l'interruptor diferencial que protegeix enfront a contactes directes i indirectes.

Per una correcta elecció de l'interruptor magnetotèrmic s'ha d'escollir la intensitat nominal de l'interruptor dins d'un rang donat. Es tracta de superar la intensitat de càlcul i no sobrepasar la intensitat admesa pel conductor.

Per una correcta elecció de l'interruptor diferencial s'ha d'escollir una intensitat nominal igual o superior a l'escollida per l'interruptor magnetotèrmic. A més a més de la intensitat s'escull la sensibilitat de l'element de protecció sent 30 mA per enllumenat i 300 mA per força. El càlcul es pot veure detalladament en l'*Annex VII. Càlcul instal·lacions elèctriques* i també es pot veure als *Plànols* els esquemes unifilars de les tres tipologies d'aparcaments.

10. Justificació del compliment de la normativa

En aquest apartat es justifiquen les diferents normatives utilitzades.

10.1. Justificació del compliment de la normativa urbanística

El present projecte de realització d'un aparcament ha de respectar i complir, en primer lloc, la normativa urbanística. En aquest cas concret s'utilitza el POUM (Pla d'Ordenació Urbanística Municipal) de Terrassa, ja que és el lloc d'ubicació de l'aparcament.

L'ETSEIAT està situada al districte I de Terrassa, anomenat Terrassa centre i pertany al barri de l'Escola industrial - Plaça de Catalunya. La parcel·la estudiada pot fer referència a diferents tipologies de sòl segons els diversos plànols d'ordenació que actualment existeixen a Terrassa. Les següents dades han estat extretes de la Gerència Municipal d'Urbanisme de l'ajuntament de Terrassa. Les tipologies de sòl en què fa referència són les que es pot veure a continuació:

- En primer lloc, segons el règim del sòl es pot classificar com a *sòl urbà consolidat*, és a dir, que té condició de solar i s'hi pot edificar i construir.
- En segon lloc, segons les qualificacions del sòl es classifica com a sistema d'equipaments, concretament com a *sistema d'equipaments comunitaris* i s'identifica com a Clau E.
- En tercer lloc, segons el sistema d'equipaments es classifica com a equipament *universitari* i s'identifica com a Clau E.1.

En un terreny pertanyent a la tipologia d'equipament universitari es permetrà l'activitat d'aparcament sempre i quan no resti afectada la funció d'equipament que es desenvolupi. A més a més, s'haurà de destinar el 50% com a mínim per a places de rotació.

Segons l'article 244 referent a les condicions d'ordenació i ús del sistema d'equipaments en sòl urbà regeixen les següents regles amb caràcter genèric:

- Tipus d'ordenació: *edificació aïllada*.
- Alçada màxima reguladora: *16 metres*.
- Ocupació màxima en planta baixa: *60%*
- Intensitat neta d'edificació: *1 m² sostre/m² sòl*
- Forma i distribució de l'edificació: haurà de permetre la *sistematització d'espais* a l'interior dels solars.

Centrant-se en la subsecció cinquena del POUM es veu la normativa referida a una edificació aïllada (A5.0)

- Zona específica: *bloc aïllat (A5.4)*
- Edificabilitat: $2 \text{ m}^2 \text{ sostre/m}^2 \text{ sòl}$
- Superfície mínima de parcel·la: 400 m^2
- Longitud de façana mínima: 16 m
- Ocupació màxima: 50%
- Alçada reguladora màxima: 12 m (PB+3PP)

Com a excepció al que s'estableix hom admet parcel·les de superfícies i llargàries de façana menors quan tinguin origen en parcel·les existents entre altres consolidades. En aquests casos, l'índex d'intensitat es reduirà en la mateixa proporció en què la parcel·la té reduïda la seva superfície.

- Separació mínima a partions: *a façana 5 m, a lateral 5 m i a fons 3 m*
- Separació entre edificacions d'una mateixa parcel·la en relació a alçades: $1/2 \text{ alçada major } (1/2 \cdot 12 = 6 \text{ m})$

Fixant-se en l'apartat d'ordenances de volums i usos:

- A la secció primera estan les normes aplicables a tots els tipus d'ordenació:
 - Alçada lliure mínima de la planta baixa: 3 m
 - Alçada lliure mínima de la planta soterrani: $2,50 \text{ m}$ per a ús d'aparcament
 - Alçada lliure mínima de la planta pis: $2,70 \text{ m}$
- A la secció tercera estan les normes aplicables al tipus d'ordenació en edificació aïllada:
 - Per damunt de l'alçada màxima només es permetrà:
 - La coberta definitiva de l'edifici, *inferior al 30%*
 - Les cambres d'aire i elements de cobertura amb *alçada total de 60 cm*
 - Les baranes d'1 metre si són opaques i d'1,80 metres si són amb reixes
 - Els elements tècnics de l'edificació i les instal·lacions amb un màxim de $12 \text{ m}^2 \text{ útils}$.

La normativa referida directament als aparcaments dicta que:

- Superfície rectangular mínima d'una plaça d'aparcament: $2,20 \times 4,50 \text{ m}$
- Superfície rectangular mínima d'una plaça de minusvàlids: $3,30 \times 4,50 \text{ m}$

Segons les disposicions generals:

- En el subsòl dels sòls destinats a sistemes d'equipaments comunitaris i de parcs i jardins urbans. Per a la construcció i explotació d'aparcaments serà d'un *màxim de 9 metres per sota de la rasant natural del terreny*.

A continuació es detallen les especificacions bàsiques exigides de la parcel·la predeterminada (es pot veure a la Figura 10.1), amb la validació del compliment.

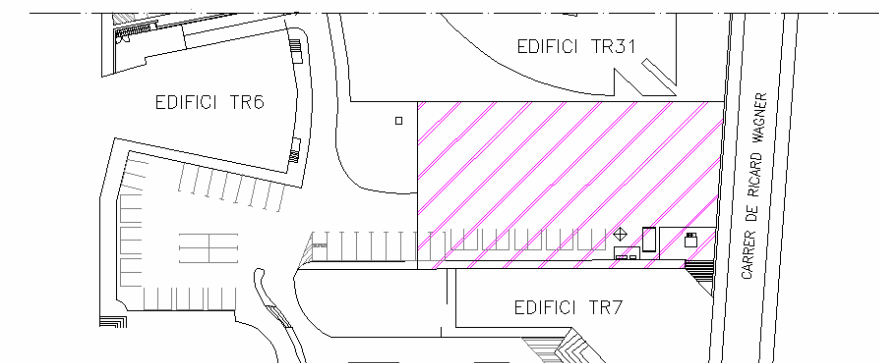


Figura 10.1. Parcel·la a estudiar

Es vol construir un edifici amb tres plantes sobre la rasant per tal d'aprofitar al màxim les escasses dimensions de la parcel·la original. Per a poder justificar la normativa urbanística han de tenir com a màxim les següents dimensions:

- Planta baixa (PB) = $32 \times 15,5 = 496 \text{ m}^2$
- Primera planta pis (1PP) = $32 \times 15,5 = 496 \text{ m}^2$
- Segona planta pis (2PP) = $32 \times 15,5 = 496 \text{ m}^2$

A continuació es detalla la justificació de la normativa amb els corresponents càlculs:

- Superfície total = $47 \cdot 26,5 = 1245,5 \text{ m}^2$
- Ocupació 50% = $1245,5 \cdot 0,5 = 622,75 \text{ m}^2 > 496 \text{ m}^2$ (correcte)
- Distàncies obtingudes amb les separacions mínimes a partions i la separació entre edificacions d'una mateixa parcel·la, representat a Figura 10.2:

- A façana 5 m (correcte)
- A lateral 5 m (correcte)
- A fons 3 m (correcte)
- Mateixa parcel·la 6 m (correcte)

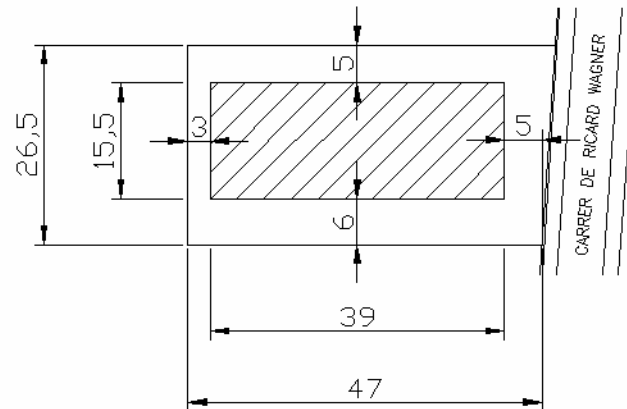


Figura 10.2. Parcel·la limitada per les separacions mínimes

- Àrea interior: $39 \cdot 15,5 = 604,5 \text{ m}^2 > 496 \text{ m}^2$ (correcte)
- Parcel·la mínima: $400 \text{ m}^2 < 1245,5 \text{ m}^2$ (correcte)
- Edificabilitat: és de $2 \text{ m}^2 \text{ sostre/m}^2 \text{ sòl}$ però per raó que una de les façanes, per motiu de separacions mínimes, és inferior a 16 m cal aplicar el valor proporcional.

$$1245,5 \cdot \left(\frac{15,5}{16} \cdot 2 \right) = 2413,16 \text{ m}^2 > 1488 \text{ m}^2$$

- ARM = 12 m → Amb 3 m d'alçada = $3 \cdot 3 \text{ m} = 9 \text{ m} < 12 \text{ m}$ (correcte)
→ Amb 4 m d'alçada = $3 \cdot 4 \text{ m} = 12 \text{ m} = 12 \text{ m}$ (correcte)
- Soterrani = 9 m → Amb 3 m d'alçada = $3 \cdot 3 \text{ m} = 9 \text{ m} = 9 \text{ m}$ (correcte)
- Dimensions plaça aparcament: $2,20 \times 4,50 \text{ m} < 2,50 \times 4,80 \text{ m}$ (correcte)
- Dimensions plaça minusvàlid: $3,30 \times 4,50 \text{ m} < 3,30 \times 4,80 \text{ m}$ (correcte)

10.2. Justificació del compliment de l'ordenança d'usos i activitats

L'actual projecte, a més a més, ha d'adequar-se a la normativa pertanyent a la seva tipologia d'ús. En aquest cas, es tracta d'un aparcament situat a Terrassa, per tant, ha de complir l'ordenança d'usos i activitats de l'ajuntament de Terrassa. En concret, dins l'ordenança hi ha un annex específic per l'ús d'aparcament, es tracta de l'*Annex III; Condicions tècniques de l'ús de l'aparcament*.

Segons l'Annex III s'han de complir els següents apartats:

1) ACCÉS

1. *Amplada:* en funció del nombre de places:

Aparcaments fins a 40 places, l'amplada mínima de l'accés serà de 3 metres. Si el nombre de places està comprès entre 41 i 100, la zona d'accés i espera ha de tenir una amplada mínima de 5,40 metres i la resta 3 metres, havent-se d'instal·lar un semàfor que reguli l'entrada i la sortida de vehicles. Si el nombre de places és superior a 100 places, es disposarà de 2 accessos, un per cada sentit de circulació d'una amplada mínima de 3 metres cadascun, o bé d'un sol accés, d'amplada mínima de 6 metres.

2. *Rampa:* la rampa d'accés tindrà un pendent màxim del 5% en els primers 4,50 metres i del 20% a la resta. Les rampes de vehicles amb previsió de circulació de persones tindrà un pendent màxim del 18%.

3. *Zona d'espera:* l'aparcament disposarà d'una zona d'accés i espera de vehicles, de 4,50 metres de longitud i 5% de pendent màxim.

4. *Radi de gir de la rampa d'accés:* el radi de gir mínim serà de 6 metres respecte de l'eix de la rampa de circulació.

5. *Visibilitat:* s'hauran de col·locar els miralls necessaris per tal d'assegurar la visibilitat total.

2) RAMPES I PASSADISSOS A L'INTERIOR

1. *Rampes interiors:*

- L'amplada mínima serà de 3 metres. Quan la longitud de la rampa sigui superior a 30 metres, el número de places servides per la rampa sigui superior a 40 i hi hagi doble sentit de circulació, l'amplada mínima serà de 5,40 metres.

- El radi de gir mínim serà de 6 metres respecte l'eix de la rampa de circulació.

- S'hauran de col·locar els miralls necessaris per tal d'assegurar-ne la visibilitat.

2. *Passadissos interiors:*

- L'amplada mínima serà de 3 metres. Quan aquests s'utilitzin com a espai de maniobra l'amplada mínima serà de 4,50 metres.

- Quan la longitud sigui superior a 30 metres, el número de places servides sigui superior a 40 i hi hagi doble sentit de circulació, l'amplada mínima serà de 5,40 metres.

- S'hauran de col·locar els miralls necessaris per tal d'assegurar-ne la visibilitat.

3) MIDES DE LES PLACES I ALÇADA DEL LOCAL

1. Les places d'aparcament tindran com a mínim una amplada de 2,20 metres i una longitud de 4,50 metres, lliures d'obstacles. En el cas que un dels costats laterals de la plaça sigui una paret, l'amplada mínima serà de 2,50 metres. Quan la plaça sigui paral·lela al passadís serà d'una longitud màxima de 5 metres.
2. Podrà admetre's un 20% de places de mides reduïdes, que en cap cas seran inferiors a 4 metres de longitud i 2 metres d'amplada, llevat que un dels laterals sigui un paret, llavors l'amplada mínima serà de 2,50 metres.
3. L'altura mínima del local serà de 2,50 metres i lliure de qualsevol obstacle de 2,20 metres.

4) INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA

1. A efectes d'instal·lació elèctrica, s'estarà al que disposa el vigent Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió (REBT).
2. El quadre general de distribució i totes les instal·lacions elèctriques que alimenten els sistemes de protecció contra incendis estan protegides en tot el seu recorregut mitjançant compartimentacions de resistència al foc de 120 minuts. Els armaris i quadres elèctrics han de situar-se en un sector d'incendi independent.

5) EVACUACIÓ DE FUMS D'INCENDI

Si es tracta d'un aparcament soterrat la ventilació haurà de ser forçada. La ventilació forçada per a l'evacuació de fums podrà ser la mateixa que la utilitzada per a la ventilació general. En qualsevol cas, haurà de complir els següents requisits:

- El cabal mínim d'extracció garantirà 120 litres per segon per plaça.
- Serà activada automàticament per detectors.
- També haurà de poder ser activada manualment, mitjançant interruptors independents, situats a cada planta en un lloc d'accés fàcil i degudament senyalitzats.
- Els detectors posaran en marxa els ventiladors d'extracció i impediran el funcionament dels ventiladors d'impulsió.
- Garantirà el funcionament de tots els seus components durant 90 minuts a una temperatura de 400°C.

6) TRASTERS

No s'escau.

7) SOROLLS I VIBRACIONS

1. Les portes dels aparcaments seran, preferentment, d'accionament automàtic i comandat a distància. El soroll produït pel seu funcionament i per l'activitat de l'aparcament no podrà ultrapassar els nivells de pressió sonora fixats per l'Ordenança de sorolls vigent.

2. S'hauran de tenir en compte les següents mesures preventives:

- Les màquines estaran dotades dels elements esmorteïdors de vibracions adequats a la seva velocitat i pes.
- S'instal·laran, sempre que sigui possible, a una distància mínima de 70 cm de les parets mitgeres i en cap cas se suportaran de forma directa en parets, pilars i sostres. Les connexions s'executaran sempre mitjançant acoblaments elàstics.
- Totes les portes, s'instal·laran de forma que s'eviti la transmissió de sorolls i vibracions als veïns.

8) CAMBRA HIGIÈNICA

Tots els aparcaments d'ús públic hauran de disposar, com a mínim, d'una cambra higiènica adaptada a disposició dels usuaris.

10.3. Justificació del compliment de la normativa d'accessibilitat

Segons el Codi Tècnic de l'Edificació CTE-DB SUA Seguretat d'Utilització i Accessibilitat s'han de complir els següents requisits:

- La parcel·la disposarà al menys d'un itinerari accessible que comuniqui amb l'entrada principal.
- Les plantes que tinguin zones d'ús públic amb més de 100 m² de superfície útil o elements accessibles, tals com places d'aparcament accessibles disposaran d'ascensor accessible o rampa accessible que les comuniqui amb l'entrada accessible.
- Els edificis amb un ús diferent al residencial disposaran d'un itinerari accessible que comuniqui, a cada planta, l'accés accessible a ella.
- Tot edifici o establiment amb aparcament propi que tingui una superfície construïda superior a 100 m² tindrà les següents places d'aparcament accessibles:

En ús d'Aparcament d'ús públic, una plaça accessible per cada 33 places d'aparcament o fracció.

- Les entrades, els itineraris i les places d'aparcament accessibles seran senyalitzades mitjançant SIA, complementat, en el seu cas, amb fletxa direccional.
- Els ascensors accessibles es senyalitzaran mitjançant SIA. Així mateix, hauran de portar indicació en Braille i àrabic en alt relleu a una altura entre

0,80 i 1,20 m, del número de planta en la part dreta en el sentit de sortida de la cabina.

- Les bandes senyalitzadores visuals i tàctics seran de color contrastat amb el paviment, amb relleu d'altura 3 ± 1 mm en interiors i 5 ± 1 mm en exteriors.
- Les característiques i dimensions del Símbol Internacional d'Accessibilitat per a la mobilitat (SIA) s'estableixen en la norma UNE 41501:2002.

A més a més, segons el Decret 135/1995 de 24 de març de desplegament de la Llei 20/1991, de 25 de novembre, de promoció de l'accessibilitat i de supressió de barreres arquitectòniques, i d'aprovació del Codi d'Accessibilitat i en aplicació del mateix, és objecte d'aquest reglament el desplegament del Codi, així com l'aprovació de la refosa de les normes reglamentàries dictades per garantir a les persones amb mobilitat reduïda o qualsevol altra limitació l'accessibilitat i la utilització dels béns i serveis de la societat i també promoure la utilització d'ajudes tècniques adequades que permetin millorar la qualitat de vida d'aquestes persones, mitjançant l'establiment de les mesures de foment i de control en el compliment de la normativa adreçada a suprimir i evitar qualsevol tipus de barrera o obstacle físic o sensorial. El que disposa aquest Reglament és d'aplicació a les actuacions que es realitzin a Catalunya en matèria d'urbanisme, edificació, transport i comunicació, per qualsevol persona, sigui individual o física o bé jurídica, pública o privada.

Segons el Codi d'Accessibilitat, un espai d'ús públic es considera adaptat si disposa d'un itinerari adaptat que permeti un recorregut pel seu interior i l'accés a elements singulars de l'espai i els serveis higiènics, segons l'apartat 1.1 de l'annex 1.

Disposicions Generals i Específiques:

L'article 15 del capítol 2 de l'actual decret tracta de les disposicions sobre les barreres arquitectòniques urbanístiques (BAU) als aparcaments:

- Els aparcaments es consideren adaptats quan reuneixen les condicions previstes a l'apartat 1.2.7 de l'annex 1.
- En les zones d'aparcament que serveixin específicament a equipaments i espais d'ús públic, es reservaran permanentment, tant a prop com sigui possible als accessos de vianants, places adaptades en la proporció següent:
 - Fins a 200 places: 1 plaça adaptada cada 40 places o fracció.
- Les zones d'aparcament han de tenir un itinerari de vianants adaptat que comuniqui les places reservades amb la via pública.

L'article 26 del capítol 3 de l'actual decret tracta de les disposicions sobre les barreres arquitectòniques a l'edificació (BAE) als aparcaments:

- Els garatges o aparcaments d'ús públic, siguin exteriors o interiors, que estiguin al servei d'un edifici d'ús públic, hauran de reservar places d'estacionament per a vehicles que s'utilitzin per a trasllat de persones amb mobilitat reduïda, i hauran de complir les característiques següents:

- Proximitat màxima als accessos per a vianants.
- Estar degudament senyalitzades.
- Tenir les dimensions mínimes previstes i disposar d'accessos en les condicions previstes a l'apartat 2.4.1 de l'annex 2.
- El nombre mínim de places a reservar, és el següent:
 - ❖ De 10 a 70 places: 1 plaça adaptada
 - ❖ De 71 a 100 places: 2 places adaptades
 - ❖ De 101 a 150 places: 3 places adaptades

Segons el Codi d'Accessibilitat es tracta d'una edificació amb ús de garatge o aparcament amb més de 70 places (2.1. de l'annex 2), tal i com es pot veure a la Taula 10.1:

Usos de l'edificació	Superfície o capacitat	Itinerari		Element adaptat, si n'hi ha					
		adaptat	practicable	Aparcament	Escaleres	Centres higiénics	Dormitoris	Vestidors	Mobiliar
		2.2	2.3	2.4.1	2.4.2	2.4.3	2.4.4	2.4.5	2.4.6
Aparcament									
	Garatges i aparcaments més de 70 places		A	A		A			

Taula 10.1. Nivell d'accessibilitat exigible per a usos públics

En aquest cas, l'itinerari ha de ser adaptat i ha de tenir com a mínim una plaça d'aparcament adaptada.

Els requisits d'un itinerari adaptat són els següents:

- No hi ha d'haver cap escala ni graó aïllat. (S'admet, a l'accés de l'edifici, un desnivell no superior a 2 cm, i s'arrodonirà o bé s'aixamfranarà el cantell a un màxim de 45°). Ha de tenir una amplada mínima de 0,90 m i una alçada lliure d'obstacles en tot el recorregut de 2,10 m.
- En cada planta de l'itinerari adaptat hi ha d'haver un espai lliure de gir on es pugui inscriure un cercle d'1,50 m de diàmetre.
- En els canvis de direcció, l'amplada de pas ha de permetre inscriure un cercle d'1,20m de diàmetre.
- Les portes han de tenir com a mínim una amplada de 0,80 m i una alçada mínima de 2 m. A les dues bandes d'una porta existeix un espai lliure, sense ser escombrat per l'obertura de la porta, on es pot inscriure un cercle d'1,50 m de diàmetre (excepte a l'interior de la cabina d'ascensor). Les manetes de les portes s'han d'accionar mitjançant mecanismes de pressió o de palanca.
- El paviment és no lliscant.

- En la unió de trams de diferent pendent es col·loquen replans intermedis. Els replans intermedis han de tenir una llargada mínima en la direcció de circulació d'1,50 m. A l'inici i al final de cada tram de rampa hi ha un replà d'1,50 m de llargada com a mínim.

- La cabina d'ascensor té unes dimensions d'1,40 m en el sentit de l'accés i d'1,10 m en el sentit perpendicular. Disposa de passamans a una alçada entre 0,90 m i 0,95 m, i les botoneres, tant interiors com de replà, s'han de col·locar entre 1,00 m i 1,40 m d'alçada respecte al terra. Les botoneres han de tenir la numeració en Braille o en relleu. Al costat de la porta de l'ascensor i a cada planta hi ha d'haver un número en alt relleu que identifiqui la planta, amb una dimensió mínima de 10x10 cm i a una alçada d'1,40 m des del terra. Les portes de la cabina i del recinte són automàtiques, d'una amplada mínima de 0,80 m, i davant d'elles es pot inscriure un cercle d'un diàmetre d'1,50 m. Els passamans de la cabina han de tenir un disseny anatòmic que permeti d'adaptar la mà, amb una secció igual o funcionalment equivalent a la d'un tub rodó de diàmetre entre 3 i 5 cm, separat, com a mínim, 4 cm dels paraments verticals.

Els requisits d'una plaça d'aparcament adaptada són els següents:

- Dimensions mínimes per al vehicle de 2,20 m x 4,50 m.
- Té un espai d'apropament, de 0,90 m d'amplada, que pot ser compartit i que ha de permetre la inscripció d'un cercle d'1,50 m de diàmetre davant la porta del conductor.

L'espai d'apropament està comunicat amb un itinerari d'ús comunitari adaptat. És senyalitzada amb el símbol d'accessibilitat a terra i un senyal vertical en un lloc visible, amb la inscripció 'reservat a persones amb limitacions'.

Els requisits d'una cambra higiènica adaptada són els següents:

- Les portes hauran de tenir una amplada mínima de 0,80 m, obrir-se cap enfora o ser corredisses. Les manetes de les portes s'accionaran mitjançant mecanismes de pressió o palanca. Hi haurà d'haver entre 0 i 0,70 m d'alçada respecte a terra, un espai lliure de gir d'1,50 m de diàmetre.
- L'espai d'apropament lateral al vàter, la banyera, la dutxa i el bidet i frontal al rentamans serà de 0,80 m com a mínim.
- Els rentamans no tindran peu ni mobiliari inferior que destorbi el seu ús.
- Es disposarà de dues barres de suport a una alçada entre 0,70 m i 0,75 m, perquè permeti agafar-s'hi amb força en la transferència lateral a vàters i bidets. La barra situada al costat de l'espai d'apropament serà batent.
- Els miralls tindran col·locat el cantell inferior a una alçada de 0,90 m del terra. Tots els accessoris i mecanismes es col·locaran a una alçada no superior a 1,40 m i no inferior a 0,40 m.
- Les aixetes s'accionaran mitjançant mecanismes de pressió o palanca.
- Les aixetes de les banyeres es col·locaran al centre, i no als extrems.

- El paviment serà no lliscant.
- Hi haurà indicadors de serveis d'homes o dones que permetran la lectura tàctil, amb senyalització 'Homes-Dones' sobre la maneta, mitjançant una lletra 'H' (homes) o 'D' (dones) en alt relleu.

10.4. Justificació del compliment de la normativa d'instal·lacions

Com es veu detalladament en l'apartat de l'estudi de les instal·lacions totes compleixen amb la normativa vigent. A continuació es detalla exactament la normativa respecte cada instal·lació:

- Per les instal·lacions contra incendis compleix amb el Codi Tècnic de l'Edificació centrant-se en el Document Bàsic referent a la Seguretat en cas d'Incendi (CTE DB-SI).
- Per les instal·lacions sanitàries compleix amb el Codi Tècnic de l'Edificació centrant-se en el Document Bàsic referent al Subministrament d'aigua (CTE DB-HS4).
- Per les instal·lacions de sanejament compleix amb el Codi Tècnic de l'Edificació centrant-se en el Document Bàsic referent a l'Evacuació d'aigües (CTE DB-HS5).
- Per les instal·lacions de ventilació compleix amb el Codi Tècnic de l'Edificació centrant-se en el Document Bàsic referent a la Qualitat de l'aire interior (CTE DB-HS3).
- Per les instal·lacions elèctriques compleix amb l'Ordre ITC/3860/2007, de 28 de desembre, per la que es revisen les tarifes elèctriques a partir de l'1 de gener de 2008. També compleix amb el Real Decret 842/2002, de 2 d'agost, pel que s'aprova el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió (REBT) i compleix amb les Instruccions Tècniques Complementàries (ITC) BT 01 a BT 51.

11. Conclusions

El principal objectiu del projecte consistia en realitzar un estudi viable de la construcció d'un aparcament a la zona marcada de l'ETSEIAT. Un cop realitzat el projecte es pot concloure que l'objectiu principal s'ha aconseguit, però ha variat la tipologia d'aquest.

Es volia construir un edifici d'aparcament parcialment soterrat però per aconseguir la normativa vigent d'urbanisme l'aparcament s'ha realitzat totalment soterrat. La creació d'un edifici faria que el projecte fos totalment inviable per a l'ús que se li vol donar.

A més a més, s'han aconseguit els objectius secundaris. S'han dissenyat diverses alternatives d'aparcament amb l'estudi del layout, l'estudi estructural i l'estudi de les instal·lacions. També s'ha elaborat un plec de condicions particulars i un pressupost per a cadascuna de les tipologies estudiades.

12. Impacte ambiental

En la realització del projecte s'ha inclòs el benestar mediambiental en la presa de decisions. Ha estat un projecte basat en el desenvolupament sostenible, ja que el que s'ha fet no afectarà negativament les generacions futures. S'ha creat utilitzant una producció neta, una producció que redueixi els riscos de contaminació i no condueixi a un impacte ambiental. Per a la realització del projecte i l'elecció dels diferents elements de disseny l'estudi s'ha recolzat en el compliment de les normatives mediambientals vigents. Les principals normatives existents sobre medi ambient són les normes ISO 9000 i ISO 14001. La primera tracta sobre la gestió de la qualitat i la segona sobre el medi ambient pròpiament. La norma ISO 14001 és aplicable a qualsevol empresa que vulgui tenir una bona gestió ambiental. Els requisits del sistema de gestió ambiental estan basats en la política ambiental: que sigui apropiat per a la natura, que inclogui un compromís de millora, que consti d'un marc per establir i revisar els objectius ambientals, que garanteixi la qualitat de vida, que asseguri un accés continu als recursos naturals i que eviti danys permanents pel medi ambient.

Per un bon desenvolupament sostenible el projecte ha de ser:

- Tècnicament apropiat
- Econòmicament viable
- Socialment acceptable
- Satisfer les necessitats creixents

L'ambientalització del projecte s'ha basat en:

- Utilitzar materials reciclables com són el formigó i l'acer, materials principals de construcció. Tots dos tipus de materials són reciclables i, per tant, reutilitzables. El formigó es pot triturar i es pot tornar a utilitzar en diferents camps. Un exemple pot ser com a base en l'asfalt de les carreteres. L'acer es pot fondre i reutilitzar-lo.
- Reutilitzar les terres excavades. A més a més de ser un acte sostenible és un acte que pot beneficiar les inversions de l'aparcament. Les terres es poden vendre i obtenir certa part econòmica i, així, recuperar part de la inversió feta en l'excavació.
- Reutilitzar l'energia dissipada. L'energia dissipada es pot reutilitzar, per exemple, com a medi calefactor o refrigerador. En el cas del projecte exposat la utilització de l'aire de ventilació i la utilització dels diferents aparells podria aclimatar els diferents locals.

- Minimitzar la contaminació acústica i les vibracions. Per reduir les vibracions i la contaminació acústica s'ha introduït escumes elastomèriques a les diverses tipologies de canonades, així com aïllants elastomèrics en les parets, els forjats, les soleres, etc.

Els diversos aparells utilitzats com bombes, filtres, ventiladors estan degudament aïllats i protegits. Per reduir els efectes de vibració s'ha introduït elements esmorteïdors de vibracions que milloren aquest efecte.

- Optimització del rendiment dels aparells utilitzats. Utilitzar, per exemple, enllumenat de baix consum, utilitzar aparells econòmicament testats, etc.
- Anàlisi del cicle de vida (ACV). Consisteix en identificar, classificar i quantificar les càrregues contaminants, els impactes ambientals i els recursos materials i energètics.

13. Bibliografia

Ajuntament De Terrassa - Pàgina Inicial Available from:

<<http://www.terrassa.cat/>>.

Gerència Municipal d'Urbanisme De Terrassa Available from:

<<http://gmut.terrassa.org/index.asp?idgrupo=7&pagina=docpoum.htm#>>.

ITeC (Instituto De Tecnología De La Construcción De Cataluña) - Bases De Datos - De Productos - Banco BEDEC PR/PCT - Consulta a Las Bases De Datos Available from:<<http://www.itec.cat/nouBedec.e/bedec.aspx>>.

Prefabricats Pujol S.A. / Prefabricados Pujol S.A. Available from:

<<http://www.pujolweb.org/intro.php>>.

CALAVERA RUIZ, José; and Instituto Técnico de Materiales y Construcciones. *Muros De Contención y Muros De Sótano*. 3ª ed. Madrid: Instituto Técnico de Materiales y Construcciones, 2001. ISBN 8488764103.

CALDERÓN VIÑAS, Jordi; and CASTELLA LOPEZ, Elena. *Estudi De Viabilitat Econòmica Per La Construcció De 119 Habitatges d'HPO, 392 Aparcaments, 1 Equipament Esportiu i 6.475 Metres Quadrats d'Urbanització*. , 2008.

CEBOLLA GARCIA, Isaac A.; and CERVERA PÉREZ, Xavier. *Guia De Disseny Per a Lengenyer Projectista. Instal·lacions En Aparcaments: Ventilació i Protecció Contra Incendis*. , 2007.

Cruz Pacha Conde, Juan de la; and MARIMÓN CARVAJAL, Frederic. *Disseny d'Un Aparcament De Dues Plantes Sota Una Plaça Pública*. , 2007.

Froment; and GIMÉNEZ RUIZ, Mario. *Obras De Tierra :Reconocimiento Del Subsuelo-Sondeos- Movimientos De Tierras- Dragados-Trabajos Subterráneos- Mecánica Del Suelo-Cimentaciones*. Barcelona: Gustavo Gili, 1958.

GÓMEZ BERNABÉ, Pepa; and GÓMEZ SERRANO, José. *Estructuras De Formigó Armat*. Barcelona: Edicions UPC, 2002. ISBN 8483015862.

MARÍ BERNAT, Antonio R. *Hormigón Armado y Pretensado*. Barcelona: Edicions UPC, 1999. ISBN 8483013029.

MARTÍN HERNÁNDEZ, Bernardo. *Cálculo Gráfico De Cimentaciones, Pilares y Vigas De Hormigón*. Salamanca: Bernardo Martín Hernández, 2007. ISBN 9788461198504.

NEUFERT, Ernst; and NEUFERT, Peter. *Arte De Proyectar En Arquitectura: Fundamentos, Normas y Prescripciones Sobre Construcción, Dimensiones De Edificios, Locales y Utensilios, Instalaciones, Distribución y Programas De Necesidades*. 14^a totalmente renovada y muy amplia ed. Barcelona: Gustavo Gili, 1995. ISBN 8425200539.

TIKTIN, Juan; and Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. *Movimiento De Tierras :Utilización De La Maquinaria, Producciones y Casos Prácticos, Compactación De Materiales , Utilización, De Compactadores*. 3^a ed. Madrid: E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Servicio de Publicaciones, 1997. ISBN 8474932041.

ALTRES

Departament d'Economia, Administració i Serveis Externs (ESAE) de l'Unitat de Gestió del Campus Terrassa.

Apunts de les diferents assignatures cursades durant els estudis d'Enginyeria Industrial a l'ETSEIAT.

Normatives vigents actualment