



Escola Politècnica Superior
d'Edificació de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

GRAU EN CIÈNCIES I TECNOLOGIES DE L'EDIFICACIÓ

TREBALL FINAL DE GRAU

**DISSENY I CÀLCUL ESTRUCTURAL D'UN COL·LEGI D'EDUCACIÓ INFANTIL I
PRIMÀRIA AL TERME MUNICIPAL DE LA RIERA DE GAIÀ.**

Projectista/es: Cristina Bernal Lanau
Director/s: Isabel Serrà Martín
Convocatòria: NOVEMBRE 2014

RESUM

En aquest Treball Final de Grau s'ha realitzat el disseny, el càlcul i el projecte de l'estructura d'un edifici destinat a Col·legi d'educació infantil i Primària al terme municipal de la Riera de Gaià a partir d'un projecte bàsic facilitat pel departament de construccions Arquitectòniques II.

La documentació del treball final de grau consta d'una memòria i de la documentació annexa.

La memòria descriu l'edifici amb les seves particularitats, justifica la solució estructural per la qual s'ha optat i descriu el procés de càlcul del programa Cypecad i Nou Metal 3D.

Els annexos estan formats pels plànols del Projecte Bàsic de l'edifici, l'estudi geotècnic, la memòria de l'estructura de l'edifici, els plànols d'estructura i de detall, l'amidament i pressupost de l'estructura de l'edifici, el cost energètic de l'execució de l'estructura i la versió en Anglès de la memòria del Treball Final de Grau.

ÍNDEX

1	INTRODUCCIÓ	5
1.1	Objectius de TFG.....	5
1.2	Descripció de l'edifici	5
1.3	Metodologia de treball	9
1.4	Contingut de la memòria.....	10
2	DEFINICIÓ DE LA SOLUCIÓ ESTRUCTURAL	13
2.1	Criteris i condicionats.....	13
2.1.1	Condicionants en vers el programa de càlcul.....	13
2.1.2	Condicionants en vers a la normativa de la generalitat	13
2.1.3	Condicionants en vers al terreny.....	13
2.1.4	Condicionants en vers a la tipologia de l'edifici.....	15
2.2	Càrregues i accions considerades	15
2.2.1	Carregues mortes.....	15
2.2.2	Sobrecàrrega d'ús	19
2.3	Solució estructural adoptada	21
2.3.1	Estructura vertical.....	21
2.3.2	Estructura horitzontal.....	21
2.3.3	Fonamentació.....	22
2.3.4	Elements de comunicació vertical.....	22
2.3.5	Altres tipus d'elements estructurals	22
2.4	Predimensionat.....	23
2.4.1	Predimensionat dels Pilars.	23
2.4.2	Predimensionat del sostre.	24
2.4.3	Predimensionat de les Jàsseres.	27
2.4.4	Predimensionat d'una sabata	27
2.4.5	Predimensionat del mur soterrani	27
3	CÀLCUL AMB EL PROGRAMA CYPECAD.....	29
3.1	Plantilles d'obra	29
3.2	Inici del programa, dades generals i accions.	30
3.3	Inserció de plantes i grups	34
3.4	Interfaç del cypecad.....	35
3.5	Inserció de pilars, bigues, panys i fonaments.....	36
3.6	Inserció del mur de soterrani	37
3.7	Entrada de bigues.....	40
3.8	Gestió de panys.....	40
3.9	Escales i caixa de l'ascensor	41
3.10	Accions i combinacions	41
3.10.1	Sobrecàrrega d'ús	41
3.10.2	Càrregues mortes.....	42
3.11	Anàlisi estructural (determinació d'esforços).....	42
3.12	Armat i comprovacions	42

3.12.1	Armadures en bigues jàssera i d'enriostament.	43
3.12.2	Sostres	44
3.12.3	Fonaments.....	44
3.13	Junta de dilatació.....	44
3.14	Rampa.....	45
3.14.1	Modelització de la rampa	46
3.14.2	Introducció de càrregues	47
3.14.3	Càlcul de l'estructura	48
3.14.4	Càlcul de les unions.....	48
3.14.5	Fonamentació.....	48
3.14.6	Estructura Integrada.	49
4	PROJECTE DE L'ESTRUCTURA.....	51
4.1	Plànols.....	51
4.2	Memòria de càlcul.....	51
4.3	Amidament i pressupost	52
5	COST ENERGÈTIC I EMISSIONS DE CO ₂	55
6	CONCLUSIONS	57
6.1	Relatives a la definició de la solució estructural	57
6.2	Relatives a la utilització del programes de càlcul	57
6.3	Relatives al projecte de l'estructura	58
6.4	Relatives al cost energètic	58
7	BIBLIOGRAFIA i WEBGRAFIA.....	59
	AGRAÏMENTS.....	61

ANNEXOS

Annex A – Estudi Geotècnic

Annex B – Memòria de càlcul de l'estructura.

Annex C – Plànols de l'estructura.

Annex D – Amidament i Pressupost

Annex E – Cost energètic i emissions de CO₂

Annex F – English version

1 INTRODUCCIÓ

1.1 Objectius de TFG

L'objectiu final d'aquest Treball Final de Grau és resoldre l'estructura d'un edifici destinat a Col·legi d'Educació Infantil i primària al terme municipal de la Riera de Gaià, elaborar el projecte de l'estructura compost per la memòria de càlcul, el plànols, el càlcul de les emissions de Co2 que es generen, els amidaments i el pressupost. A més a més es pretén consolidar els coneixements adquirits en les assignatures d'estructures impartides a l'escola i aprendre a utilitzar un programa de càlcul.

Per poder escollir una bona solució estructural s'ha partit d'un Projecte bàsic amb els plànols de l'edifici i d'un informe geotècnic i s'ha decidit per una solució estructural a partir de l'estudi de les dades facilitades.

1.2 Descripció de l'edifici

Correspon a un mòdul d'un edifici destinat a Escola Pública que es troba situat a la cruïlla entre els carrers Sant Jordi i la carretera de Catllar a Torredembarra al terme municipal de la Riera de Gaià tal i com es pot veure a la figura 1.1. Es troba emplaçat en un solar que estava destinat a camps de conreu, amb una superfície de 7.860,00 m² i té una ocupació en projecció horitzontal de 1.309,50 m². L'edifici consta de 2 mòduls i en aquest Treball Final de Grau s'ha resolt l'estructura del mòdul destinat a aules, figura 1.2.

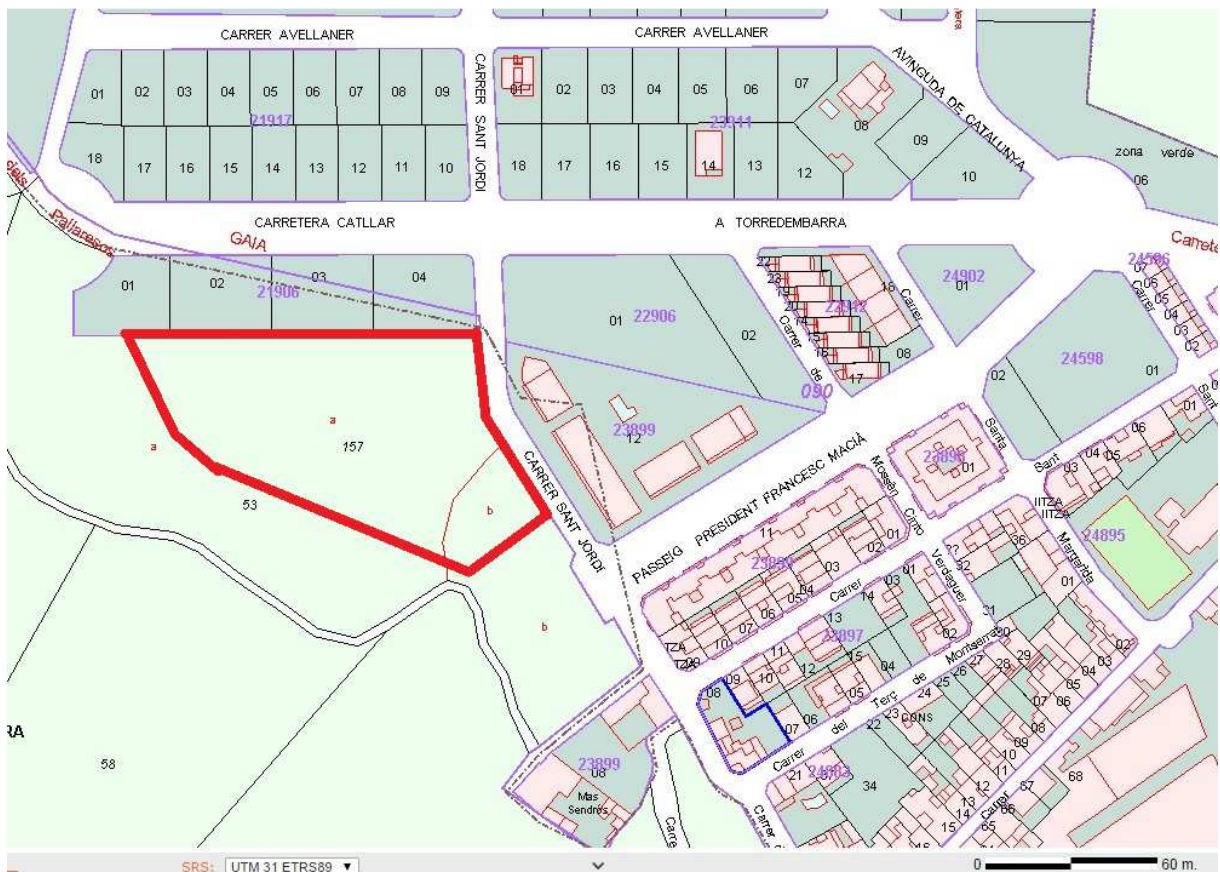


Figura 1.1 Emplaçament del solar extret del registre del cadastre.

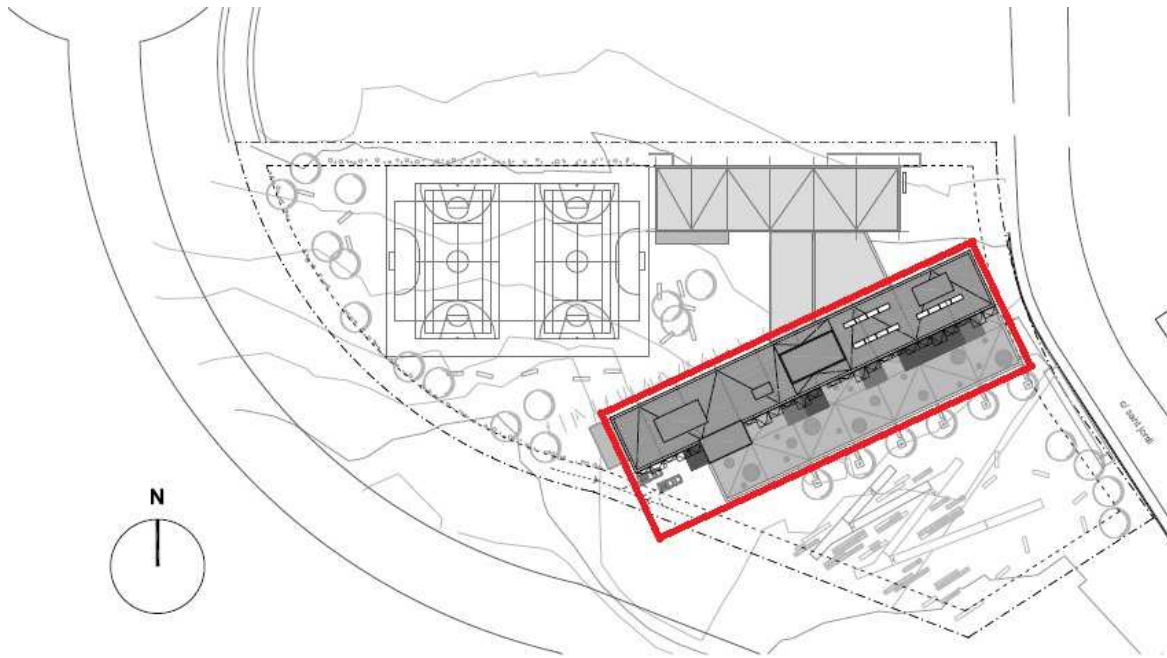


Figura 1.2. Implantació de l'edifici al solar indicant quin es el mòdul objecte d'aquest treball.

L'edifici es de planta rectangular i consta de: planta soterrani, planta baixa, planta primera i planta coberta. Degut a la pendent del terreny, la planta soterrani queda semisoterrada de manera que la part Nord-Est del mòdul està soterrada i la part Sud queda oberta al solar amb finestres balconeres que tenen la funció de donar accés a les aules de parvulari. La zona d'aules de parvulari només té una planta. La resta del mòdul consta de 3 plantes. Tota la coberta del mòdul és plana i accessible.

Els tancaments de l'edifici son de tipus lleuger i en forma de panells aïllats tèrmicament. Aquests panells penjaran de l'estructura de l'edifici de manera que tapanen tota l'estructura del mateix, amb la qual cosa s'aconseguirà que no hi hagi ponts tèrmics.

La façana sud-Est, de 66,50 metres de longitud, té la particularitat de tenir 5 cossos sortints de geometria rectangular que alberguen caixes d' escales de l'edifici i despatxos de professorat tal i com es pot observar en la figura 1.3.



Figura 1.3. Façana Sud-est de l'edifici.

La finestra balconera que s'observa a la figura 1.4 a la façana Nord-Est de l'edifici, sobresurt de la façana de manera que queda volada.

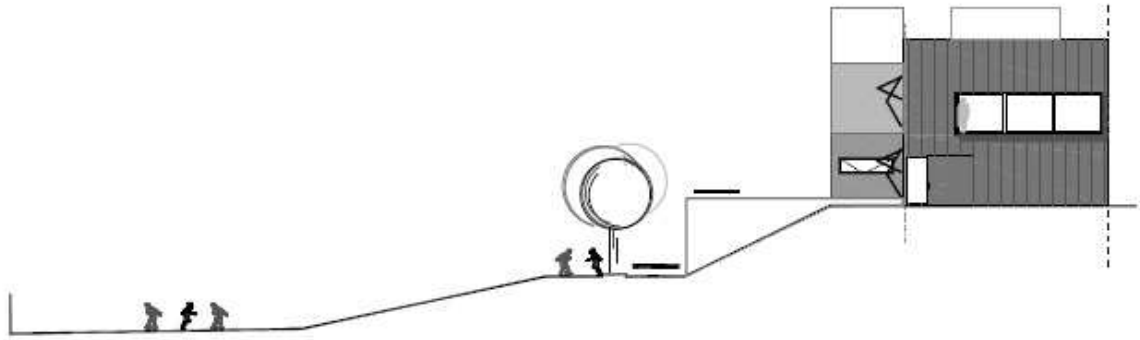


Figura 1.4. Façana Nord-est del mòdul de l'edifici.

La façana Sud-est de l'edifici dona accessos als serveis de cuina i menjadors que hi ha a la planta baixa. Hi ha un porxo pel qual es preveu l'entrada del menjar a la zona de la cuina i del menjador. En aquesta façana s'observa el badalot de l'escala quan arriba a planta coberta tal i com s'observa a la figura 1.5.

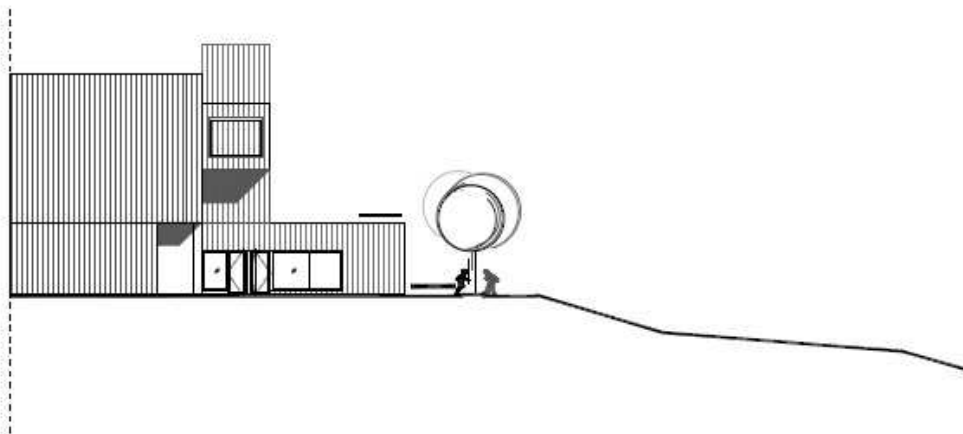


Figura 1.5. Façana Sud-est del mòdul de l'edifici.

La façana Nord-Oest de l'edifici es la que comunica amb els altres mòduls de l'edifici. Com es pot observar a la figura 1.6 hi ha part de l'edifici que es troba soterrat de manera que es pot entrar a l'edifici des de la Planta Soterrani des de la façana Sud-Est, per on tenen accessos els alumnes de Educació Infantil, directament a les seves aules, o bé per el nexa que hi ha entre els dos edificis a nivell de la Planta Baixa.

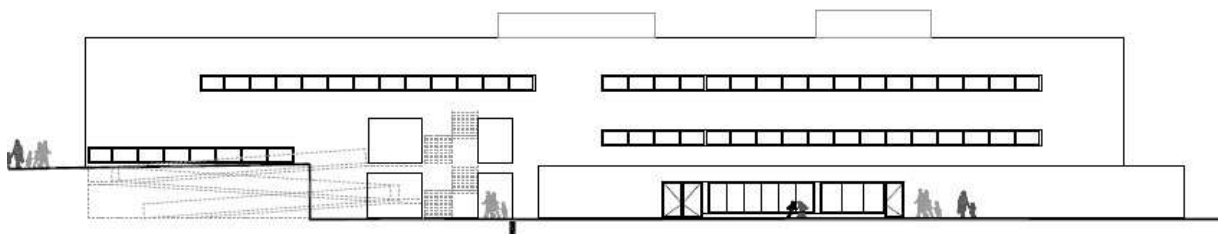


Figura 1.6. Façana Nord-Oest del mòdul de l'edifici a resoldre

La planta soterrani de l'edifici, figura 1.7, està destinada a sis aules d'educació infantil les quals tenen accés i lavabo independent, zones de pas, menjador, cuina, aules i lavabos pel professorat. També hi ha la rampa que comunica la Planta Soterrani amb la Planta Baixa de l'edifici, l'ascensor i dos escales que puguen fins la planta primera.

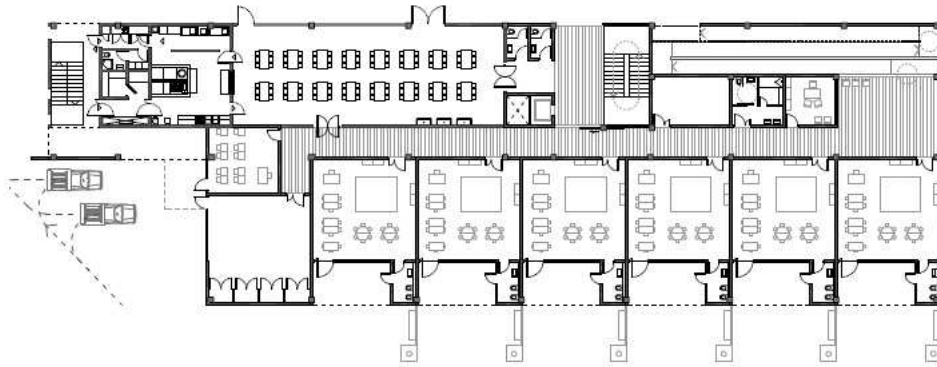


Figura 1.7. Planta Soterrani

La planta Baixa està composta en la seva majoria per aules. També hi ha lavabos, dos despatxos per a tutories, i la coberta de les aules d'educació infantil. En aquesta Planta neixen els dos nuclis d'escala restants. L'escala adjacent a la coberta de la planta soterrani i que es troba a l'esquerra, vegeu figura 1.8, es la que arriba fins la coberta de l'edifici. La resta d'escala acaben a la planta primera. La coberta es plana i transitable i s'hi accedeix pels replans de les escales. La coberta disposa d'una barana de protecció perimetral de malla de ferro sobre un muret d'obra ceràmica de 30 cm d'alçada.

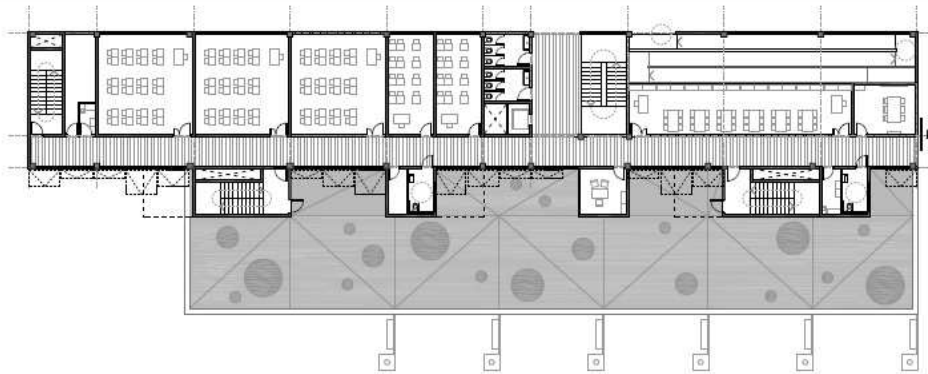


Figura 1.8. Planta Baixa

La planta Primera està destinada a aules, lavabos, nuclis d'escala i dos despatxos de tutoria. Aquesta planta té la particularitat de tenir part d'un tancament en voladiu tal com es pot veure a la figura 1.9. Aquest tancament es troba a l'aula situada en l'extrem Nord-Est i consisteix en una cristallera d'àmplies dimensions amb dintells i brancals de planxa d'acer.

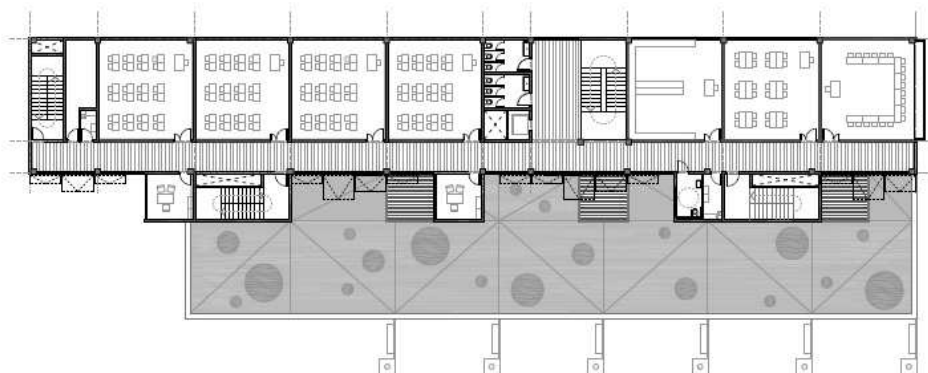


Figura 1.9. Planta Primera

Per últim, trobem la planta coberta de la Planta Primera que tan sols és accessible per realitzar tasques de manteniment. A la coberta hi trobem el badalot de l'escala i una construcció que tanca la maquinaria de l'ascensor i de les plaques solars a la qual s'hi accedeix des de l'escala que arriba a la coberta. Tant el badalot de l'escala com la construcció per instal·lacions, tenen coberta plana no transitable sols accessible per manteniment. Totes les cobertes de l'edifici es poden observar a la figura 1.10.

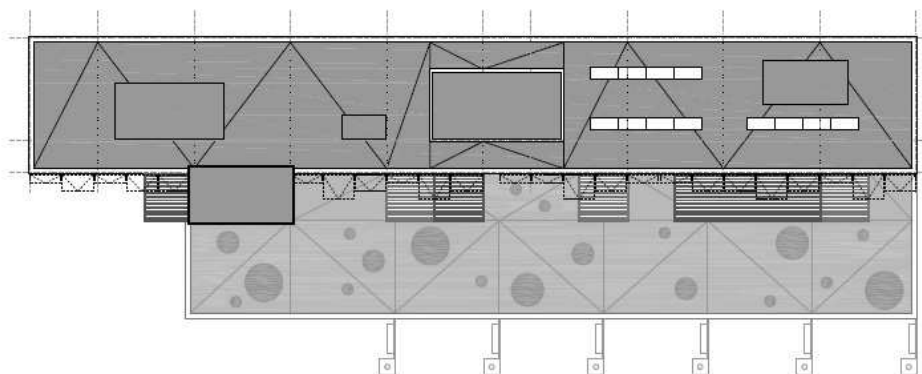


Figura 1.10. Planta Coberta

1.3 Metodologia de treball

La primera cosa realitzada per tal de poder dur a terme el projecte, és l'estudi de l'edifici. Per poder decidir una disposició adequada dels elements que conformen l'estructura s'ha tingut en compte la normativa de la Generalitat de Catalunya per la construcció de centres docents, figura 1.11. Aquesta normativa diu, en referència a l'estructura, que l'estructura d'un col·legi ha de permetre canvis en la distribució interior de l'edifici i a més a més ha d'estar construïda majoritàriament amb formigó, també indica que si algun element es construeix amb estructura metàl·lica s'ha de poder justificar el perquè.

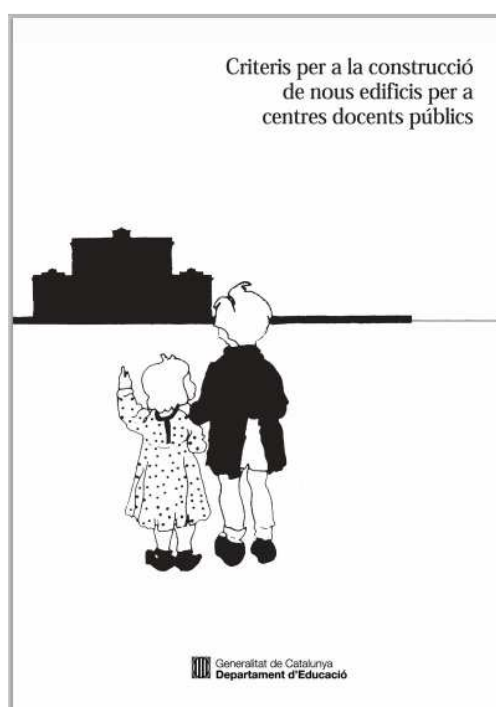


Figura 1.11 Portada de la normativa de la Generalitat en vers la construcció de centres docents públics.

S'ha estudiat la distribució de les aules a l'escola i les dimensions de les mateixes i com afectaria el fet de col·locar pilars en mig dels envans que divideixen les plantes en aules.

Seguidament s'ha decidit la tipologia de cada element estructural. Fonaments, pilars, sostres, bigues, escales, rampa i caixa de l'ascensor considerant que, segons normativa, la estructura ha de ser preferentment de formigó armat.

Una vegada decidida la tipologia, s'ha realitzat un predimensionat de tots els elements tenint en compte el pes propi dels mateixos i les sobrecàrregues que sobre ells graviten.

Decidides les geometries y tipologies de partida, s'han creat les plantilles de l'estructura amb el programa Autocad. Les esmenades plantilles serveixen per ubicar els pilars, bigues, sostres i forats. La resta d'elements com sabates, s'introdueixen al mateix programa Cypecad.

S'ha realitzat la modelització de l'estructura general de l'edifici a partir de les plantilles de l'Autocad, i s'han indicats les dades generals de l'obra, després s'han anat col·locant les càrregues que graviten sobre l'estructura i, per últim, s'ha realitzat un primer càlcul per tal de poder analitzar si la geometria adoptada es l'adequada o si cal modificar-la. Una vegada modificats els elements que requerien canvis, s'ha calculat la totalitat de l'estructura.

Paral·lelament s'ha introduït la rampa d'estructura metàl·lica al programa Nou Metal 3D. L'introducció d'una estructura en aquest programa no es fa mitjançant plantilles sinó que es fa directament amb les mides extretes d'un croquis que s'ha de fer prèviament. En el mateix programa es defineixen les sobrecàrregues d'ús i les càrregues mortes.

Aleshores s'ha realitzat la tasca de resolució dels errors detectats pel programa i el retoc de les armadures que faciliten l'execució de l'estructura.

En el meu cas, com que no es apropiat que les escales aguantin el pes dels sostres, pilars i bigues, no les he introduït a l'arxiu de Cypecad.

L'últim pas es la confecció de la documentació que conformarà el projecte d'estructures. Plànols, memòria de càlcul, amidaments i càlcul de les emissions de CO2 tant de l'estructura general com de la rampa. Aquests documents s'extrauen dels programes i s'exporten en formats editables per poder adequar-los.

1.4 Contingut de la memòria

Al capítol 2 es defineix la solució estructural proposta tot indicant els criteris i condicionants de la mateixa. Els condicionants tenen en compte aspectes del terreny on s'edifica, aspectes de caire econòmic, aspectes de disseny i aspectes mediambientals. També descriu les càrregues i accions considerades en l'estructura i el propi disseny dels elements que componen l'estructura de l'Escola.

En el capítol 3 s'explica el procediment a seguir per tal d'introduir, calcular i editar l'estructura general al Cypecad i la rampa al Nou Metall 3D.

El capítol 4 descriu el procés d'elaboració del propi projecte d'estructura i dels documents que el conformen tals com plànols, memòries, amidament i pressupost de l'estructura resolta amb Cypecad.

El capítol 5 descriu el procés d'elaboració de la rampa de l'edifici realitzada amb estructura metàl·lica i dels documents que el conformen: plànols, memòria, amidament i pressupost de l'estructura resolta amb Nou Metal 3D.

En el capítol 6 i gràcies a les bases de dades incloses al programa Cypecad, es fa un càlcul del cost energètic i de les emissions de CO2 que es genera per la execució de l'estructura de l'edifici.

Els capítols 7 i 8 exposen les conclusions i la bibliografia consecutivament.

S'inclouen com a annexos la següent relació de documents.

Annex A - Estudi Geotècnic (pdf)

Annex B - Memòria de càlcul de l'estructura. (pdf)

Annex C - Plànols de l'estructura. (pdf)

Annex D - Amidament i pressupost (pdf)

Annex E - Cost Energètic i emissions de CO2 (pdf)

Annex F - English version

2 DEFINICIÓ DE LA SOLUCIÓ ESTRUCTURAL

En aquest capítol es fa una justificació de la solució estructural adoptada en cadascun dels elements que conformen l'estructura.

2.1 Criteris i condicionats

A continuació es fa una relació dels condicionants que s'han tingut en compte a l'hora de resoldre l'estructura.

2.1.1 Condicionants en vers el programa de càlcul

Encara que la majoria d'escoles avui dia es construeixen els sostres amb plaques alveolars prefabricades a conseqüència de les llums, les càrregues que presenta l'edifici i per terminis d'execució curts, s'ha de tenir en compte que a l'hora de resoldre l'estructura amb Cypecad, dona molt més joc un sostre de formigó armat *in situ* ja que requereix d'un estudi després del càlcul per la adequació d'armats i de fletxes que no s'obté si es planteja un sostre prefabricat ja que en aquest cas el programa ja porta les plaques dissenyades segons l'empresa que les subministra. Es per aquest raó que s'escull una solució *a priori* menys encertada però que planteja tots els passos a seguir a l'hora de resoldre una estructura.

2.1.2 Condicionants en vers a la normativa de la generalitat

Com ja s'ha explicat en els apartats anteriors, l'edifici té ús de centre docent i a més a més de les normatives de construcció habitual, en regeixen unes altres més concretes. Al Maig de 2011 la generalitat de Catalunya va publicar uns criteris per a la construcció de nous edificis per a centres docents públics. Aquest criteris, en la part que implica a l'estructura, diuen que:

Es recomana l'ús d'estructures de formigó armat quedant restringida l'estructura metàl·lica per a casos excepcionals on els terminis d'execució no siguin gaire llargs i zones que, per les característiques especial així ho requereixin.

La normativa indica que no s'ha de sobredimensionar l'estructura i que les dimensions han de coincidir amb les que en resulten del càlcul. A més a més, no admet voladissos desmesurats i explica que l'estructura ha de disposar de juntes de dilatació estructurals cada 30-50 m.

En vers a la disposició dels pilars, la normativa diu que s'ha d'evitar que els pilars quedin en mig de les sales i s'ha de fer una distribució dels mateixos que permeti qualsevol canvi del programa funcional en un futur.

2.1.3 Condicionants en vers al terreny

Juntament amb el projecte bàsic, el departament de construccions Arquitectòniques II ha facilitat l'estudi geotècnic de l'edifici que està inclòs al document annex A.

L'estudi indica que tota la fonamentació ha de recolzar sobre la mateixa cota. I que el nivell geomètric que admet la fonamentació es el B, que ens segons quines parts del solar aflora a la superfície tal com es pot veure a la figura 2.1. L'estudi inclou el resultat de quatre sondeixos que situen la cota més idònia del nivell geotècnic B per realitzar la fonamentació com a la cota 96,65.

El terreny de l'esmenat nivell geomètric està format per roca formada per limolites, gresos i conglomerats amb una tensió admissible de 3,5 Kg/cm². Està classificat segons el DB SEC com a T-1, terreny favorable amb un tipus de construcció C-1, per tractar-se d'un edifici amb menys de 4 plantes.



Figura 2.1 Nivell geotècnic B que aflora a la superfície del solar.

La densitat del nivell B es de $2,20 \text{ T/m}^3$ amb una cohesió de $0,50 \text{ Kg/cm}^2$ i un angle de fregament intern de 34° .

Segons el projecte bàsic, el paviment de la planta soterrani es troba a la cota 98, tal i com es pot observar a la figura 2.2

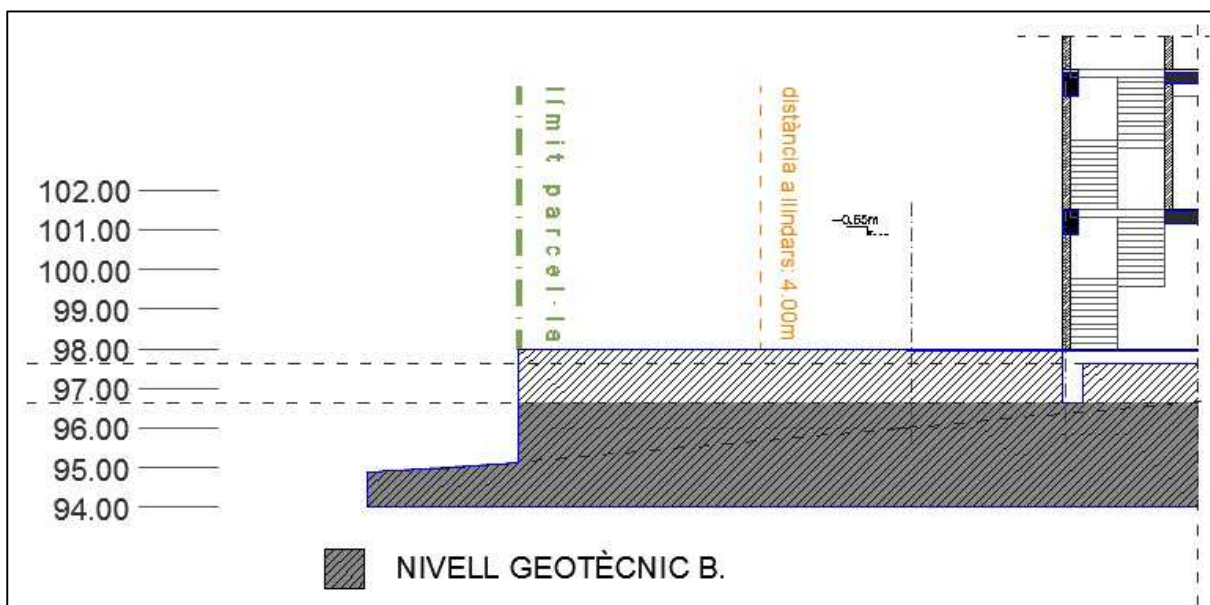


Figura 2.2 On es pot veure la cota on es troba el paviment de la planta soterrani, el nivell superior de la de fonamentació i la cota con comença el nivell geotècnic B.

El nivell geotècnic B reuneix les següents característiques sísmiques:

Taula 2.1: Característiques sísmiques del nivell geotècnic B.

A_b	K	Tipus de terreny	Coefficient C
0,04g	1.	I	1

L'edifici està considerat per la NCSE2 com a edifici d'importància normal. Té un valor d'acceleració de 0,04 i s'han enriostat tots el pòrtics per la qual cosa no cal tenir en compte el efectes del sisme.

2.1.4 Condicionants en vers a la tipologia de l'edifici.

L'edifici es troba aïllat dins del solar de manera que cap part de l'estructura queda condicionada per edificacions veïnes. La fonamentació de les sabates i dels murs podran ser centrades ja que no es troben als límits del solar i no envaeixen propietats alienes.

El solar es prou gran com per poder fer un correcte acopi de materials en la mateixa ubicació fins i tot es podrà disposar una central formigonera.

L'edifici, de planta soterrani, planta baixa, planta primera i coberta badalots, té una distribució dels pilars facilitada en el projecte bàsic que s'ha intentat no modificar en la mesura del que es possible ja que la solució crea zones diàfanos que permeten canvis en la funcionalitat de l'edifici en un futur. Es a dir, es podrà canviar la distribució de les aules ja que la disposició dels pilars permet canvis en l'emplaçament dels envans que conformen les aules ja que els envans no son elements portants.

2.2 Càrregues i accions considerades

A continuació es fa una relació de les càrregues que actuen sobre l'edifici tant permanents com variables.

2.2.1 Carregues mortes

Les càrregues mortes a Cypecad son aquelles càrregues permanents de l'edifici, sense comptar el pes propi de l'estructura ja que el programa el té en compte automàticament a l'hora de definir l'estructura, com ara paviments, envans, falsos sostres i tot el que graviti sobre cadascuna de les plantes.

No s'han introduït les escales abans de fer el càlcul de la mateixa per que no s'han considerat com elements estructurals ja que no es vol que suportin càrregues de l'estructura, de manera que, s'ha afegit com a hipòtesis de pes propi, el pes de la llosa des escales de manera manual distribuïnt-lo com a càrrega lineal a les bigues de l'estructura que les aguanten així com també s'ha introduït el pes del paviment de les escales com a hipòtesis de cargues mortes de la mateixa manera.

Com que a l'edifici no hi ha cap planta en la que les càrregues mortes siguin les mateixes en tota la superfície, no es podrà definir cap valor en el quadre de diàleg de Cypecad sino que s'hauran d'afegir manualment sobre les plantes.

A l'edifici tenim la següent relació de càrregues mortes degudes als material de construcció que conformen l'edifici:

Taula 2.1 pes dels materials que hi trobem al sostre de la planta soterrani.

SOSTRE PLANTA SOTERRANI	
	PES
Formació de coberta plana transitable acabada amb paviment (Exterior)	
Paviment ceràmic antilliscant	1 kN/m ²
Formació de coberta amb impermeabilització protegida	1,5 kN/m ²
TOTAL	2,5 kN/m²
Paviment de terratzo	1 kN/m ²
Envans	1 kN/m ²
Fals Sostre	0,4 kN/m ²
TOTAL	2,4 kN/m²

Taula 2.2 pes dels materials que hi trobem al sostre de la planta Baixa

SOSTRE PLANTA BAIXA	
	PES
Formació de coberta plana NO transitable. Panell tipus Sandwich aïllat	0,1 kN/m ²
TOTAL	0,1 kN/m²
Paviment de terratzo	1 kN/m ²
Envans	1 kN/m ²
Fals Sostre	0,4 kN/m ²
TOTAL	2,4 kN/m²

Taula 2.3 pes dels materials que hi trobem al sostre de la planta Primera

SOSTRE PLANTA PRIMERA	
	PES
Formació de coberta plana NO transitable. Panell tipus Sandwich aïllat	0,1 kN/m ²
TOTAL	0,1 kN/m²
Formació de coberta plana No transitable protegida amb graves i aïllada.	2,5 kN/m ²
TOTAL	2,5 kN/m²

Taula 2.4 pes dels materials que hi trobem als sostres dels badalots.

SOSTRE BADOLTS	
	PES
Sostre de panel aïllat alleugerit	0,1 kN/m ²
TOTAL	0,1 kN/m²

A més a més dels propis materials de l'edifici, trobem altres elements que també s'han de considerar com a càrregues mortes, com ara l'ascensor, escales, rampes i plaques solars.

- Ascensor

L'ascensor tindrà un pes de 8 kN que s'ha distribuït superficialment en 7 m² de manera que s'obté una càrrega superficial de 1,15 kN/m² col·locada al sostre del badalot de la coberta on s'ubica l'ascensor i la seva maquinària.

El model d'ascensor que s'ha fet servir es el Synergy de la casa Thyssenkrupp.

- Escala 1. Esquerra (comunica la Planta Soterrani amb la Planta Primera), figura 2.3.

Està composta per una llosa massissa de formigó de 20 cm de gruix amb un pes de 5 kN/m².

L'escala està formada per dos lloses inclinades i un replà. La superfície en verdadera magnitud es de 12,36 m². De manera que el pes de l'escala es de 61,8 kN. S'ha dividit el pes entre dos obtenint 30,9 kN a repartir en un ample de 1,2 m. La càrrega lineal que es posarà a les bigues serà de 25,75 kN/m i es designarà com a pes propi de l'estructura.

El pes del paviment de l'escala es de 11,28kN. Es divideix entre dos i en resulta una càrrega lineal de 4,7 kN/m designada com a càrrega morta.

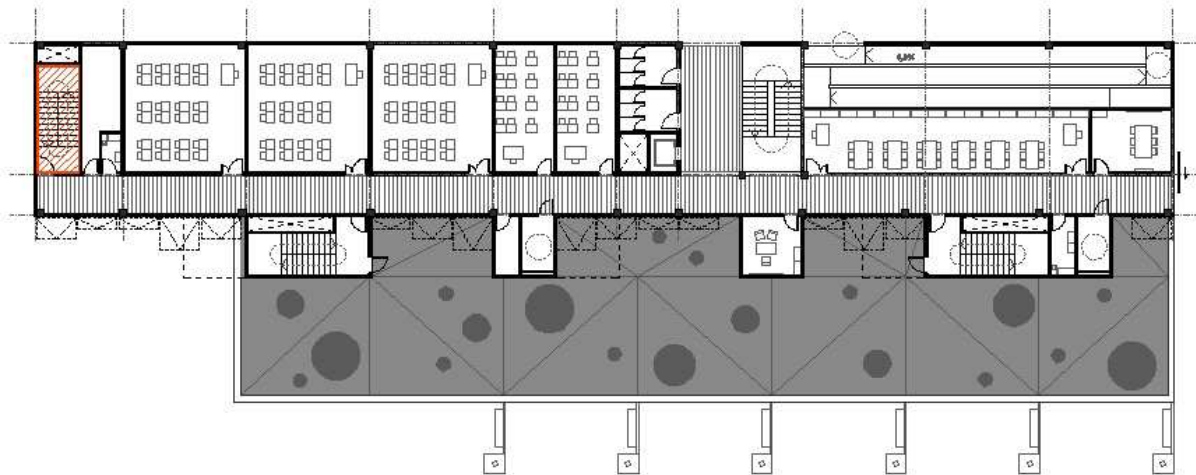


Figura 2.3 Situació de l'escala 1. Ombrejada en color vermell.

- Escala 2. (comunica la Planta Baixa amb la Planta Coberta), figura 2.4

Estarà composta per una llosa massissa de formigó de 20 cm de gruix amb un pes de 5 kN/m².

L'escala està formada per dos lloses inclinades i un replà. La superfície en verdadera magnitud es de 13,32 m². De manera que el pes de l'escala es de 66,6 kN. S'ha dividit el pes entre dos obtenint 33,3 kN a repartir en un ample de 1,2 m. La càrrega lineal que es posarà a les bigues serà de 27,75 kN/m i es designarà com a pes propi de l'estructura.

El pes del paviment de l'escala es de 12,24kN. Es divideix entre dos i en resulta una càrrega lineal de 5,1 kN/m designada com a càrrega morta.

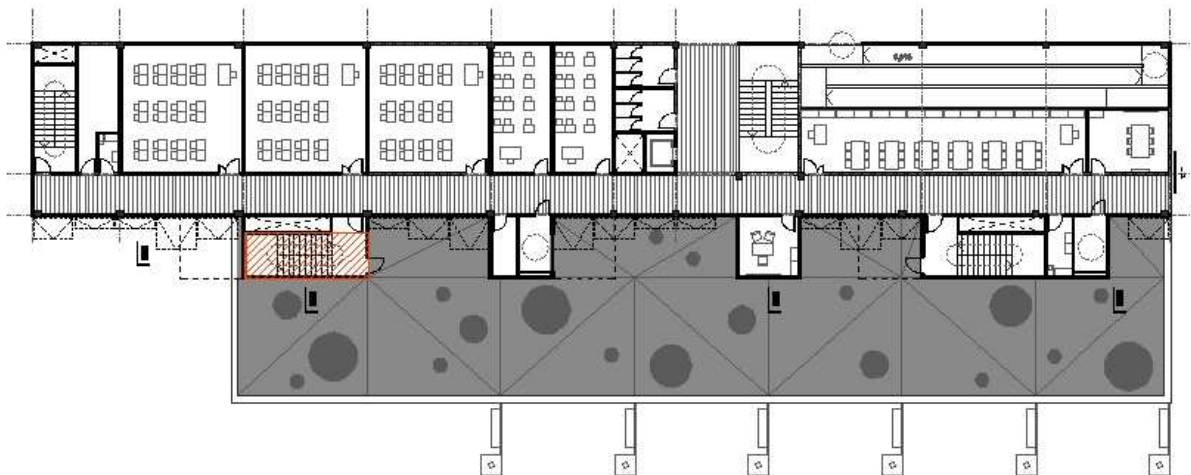


Figura 2.4 Situació de l'escala 2 comunica ombrejada en color vermell.

- Escala 3. (comunica la Planta Soterrani amb la Planta Primera), figura 2.5

Estarà composta per una llosa massissa de formigó de 20 cm de gruix amb un pes de 5 kN/m².

L'escala està formada per dos lloses inclinades i un replà. La superfície en verdadera magnitud es de 18,09 m². De manera que el pes de l'escala es de 90,45 kN. S'ha dividit el pes entre dos obtenint 45,23 kN a repartir en un ample de 1,5 m. La càrrega lineal que es posarà a les bigues serà de 30,15 kN/m i es designarà com a pes propi de l'estructura.

El pes del paviment de l'escala es de 16,74 kN. Es divideix entre dos i en resulta una càrrega lineal de 5,58 kN/m designada com a càrrega morta.

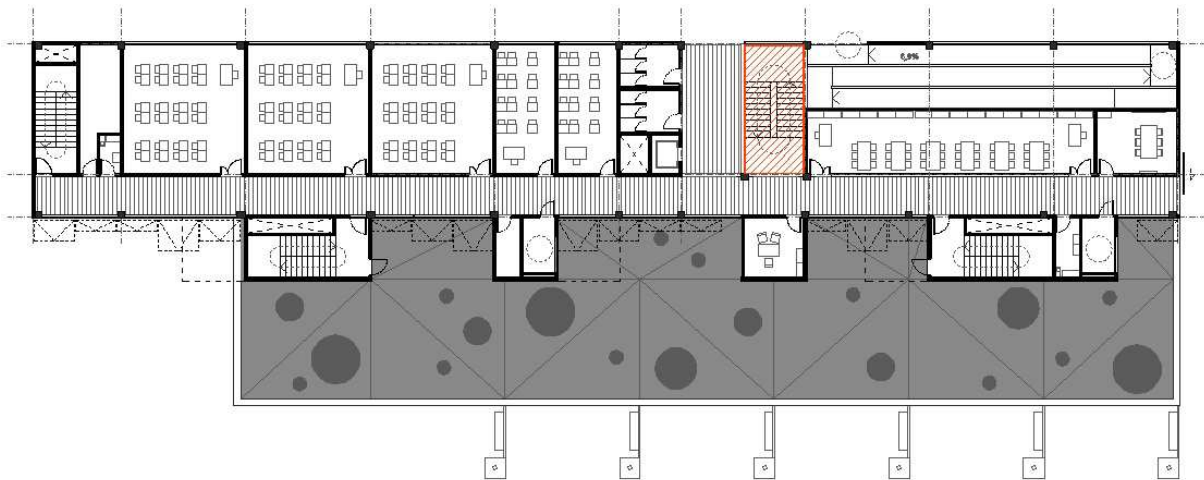


Figura 2.5 Situació de l'escala 3 ombrejada en color vermell.

- Escala 4. (comunica la Planta Baixa amb la Planta Primera), figura 2.6

Estarà composta per una llosa massissa de formigó de 20 cm de gruix amb un pes de 5 kN/m².

L'escala està formada per dos llores inclinades i un replà. La superfície en verdadera magnitud es de 13,32 m². De manera que el pes de l'escala es de 66,6 kN. S'ha dividit el pes entre dos obtenint 33,3 kN a repartir en un ample de 1,2m. La càrrega lineal que es posarà a les bigues serà de 27,75 kN/m i es designarà com a pes propi de l'estructura.

El pes del paviment de l'escala es de 12,24kN. Es divideix entre dos i en resulta una càrrega lineal de 5,1 kN/m designada com a càrrega morta.

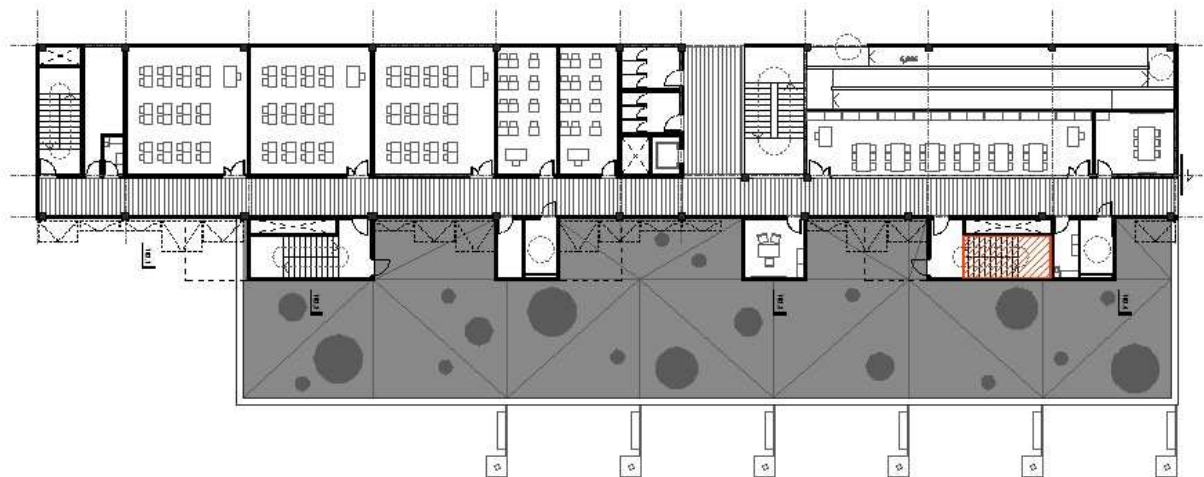


Figura 2.6 Situació de l'escala 4 ombrejada en color vermell.

- Rampa

La rampa comunica la planta soterrani amb la planta baixa i està composta per tres trams amb replans intermitjos. L'altura lliure que salva la rampa es de 3,52 metres.

La rampa es troba ubicada a l'extrem Nord-Est de l'edifici tal i com es mostra a la figura 2.7

S'ha calculat independentment amb el programa nou metall 3d. El pes de la rampa, dels materials que sobre ella graviten i la sobrecàrrega d'ús, es transmetrà mitjançant les corresponents sabates al terreny.

Com a pes propi tindrà el pes del conjunt de les barres d'acer conformades que la conformen. Com a càrregues mortes tindrem el pes del paviment de 1 kN/m².

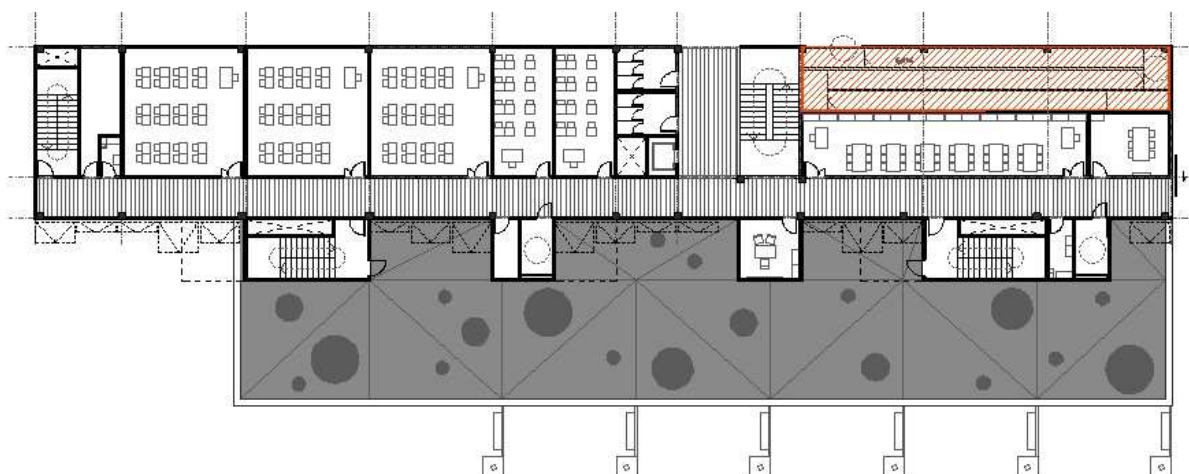


Figura 2.7 Situació de la rampa ombrejada en color vermell.

- Plaques solars.

A la planta coberta existeixen plaques solars. Els pes d'aquestes plaques solars, segons catàleg de fabricant, es de $0,4 \text{ kN/m}^2$. Aquesta càrrega estarà considerada a la hipòtesis de càrregues mortes.

2.2.2 Sobrecàrrega d'ús

Segons la taula 3.1 del DB SE-AE del codi tècnic de l'edificació s'estableixen les sobrecàrregues d'ús en funció de la categoria d'ús.

A l'edifici existeixen els usos que queden reflectits a la taula 2.1

Taula 2.5 Usos de l'edifici

PLANTA	CATEGORIA D'ÚS	SUBCATEGORIA D'ÚS	CARREGA UNIFORME (kN/M ²)
Sostre Planta Soterrani	C	C1 Taules i cadires	3
	C	C3 Zones sense obstacles que impedeixen el lliure moviment de les persones	5
	F cobertes accessibles només privadament 1		5
Sostre Planta Baixa	C	C1 Taules i cadires	3
	C	C3 Zones sense obstacles que impedeixen el lliure moviment de les persones	5

¹ En cobertes transitables d'ús públic, el valor es el corresponent al us de la zona des de la qual s'hi accedeix, en el cas d'aquest edifici s'hi accedeix des del passadís.

	G cobertes accessibles només per conservació		1
Sostre Planta Primera	G cobertes accessibles només per conservació		1
Sostre Badalots	G cobertes accessibles només per conservació		1

En resum, les sobrecàrregues d'ús mes petites de cada planta son les següents:

Taula 2.6 Sobrecàrrega d'ús mes petita a cada planta

PLANTA	SOBRE CÀRREGA D'ÚS
Sostre Planta Soterrani	3 kN
Sostre Planta Baixa	1 kN
Sostre Planta Primera	1 kN
Sostre Badalots	1 kN

- Sobrecàrrega de neu.

A les Plantes on hi trobem cobertes, es a dir, sostre Planta Soterrani, sostre Planta Primera i sostre de Badalots hem de sumar la sobrecàrrega de neu. Per una coberta plana d'un edifici situat en una localitat inferior a 1000 m, com es el cas, es suficient considerar una càrrega de neu de 1 kN/m². No obstant s'ha considerat que les sobrecàrregues d'ús que afecten a les esmenades cobertes son prou considerables com per afegir la sobrecàrrega de neu. Es considera que no sortiran alumnes a la coberta de la Planta Soterrani, l'única que es accessible i que es troba calculada per una sobrecàrrega d'ús de 5 kN/m² només pel fet de que s'hi accedeix des de passadissos considerats amb aquesta càrrega, quan hi hagi neu quallada, fet que en aquesta zona no es produeix quasi mai.

Les cobertes de la Planta Baixa on només es cobreixen petits despatxos de tutoria i les dels badalots d'escala i d'instal·lacions de la planta coberta, no es troben delimitades per murs ni obstacles que puguin impedir que la neu s'estanqui a sobre de les mateixes produint càrregues importants a l'estructura, es considera doncs, que la sobrecàrrega d'ús que tenen per definició es prou com per no considerar la sobrecàrrega de neu.

- Sobrecàrrega d'ús en escales i rampa.

Donat que les escales son d'ús públic, categoria d'ús C, s'ha de col·locar una càrrega lineal equivalent a les arrencades i arribades de les mateixes. Aquestes càrregues es designaran com a sobre càrregues d'ús.

La taula 2.7 defineix la càrrega lineal per a cada escala

A la rampa també li pertoca una sobrecàrrega d'ús de 5 kN/m².

Taula 2.7 Sobrecàrregues de les escales

Escales	Superfície Escala (m ²)	Sobrecàrrega d'ús (kN/m ²)	Càrrega Lineal (kN/m)
1 (Ample 1,2 m)	12,36	5	25,75
2 (Ample 1,2 m)	13,32	5	27,75
3 (Ample 1,5 m)	18,09	5	30,15
4 (Ample 1,2 m)	13,32	5	27,75

2.3 Solució estructural adoptada

En aquest apartat s'explica la solució adoptada per a cada element estructural tenint en compte els condicionants que s'han explicat als apartats anteriors.

2.3.1 Estructura vertical

L'estructura principal de l'edifici des de la fonamentació fins la Planta Baixa, està formada per quatre pòrtics principals i vuit pòrtics secundaris. Les bigues i els pilars que els conformen són de formigó armat. Els pòrtics principals, figura 2.8, reben les càrregues dels sostres mentre que els secundaris tenen la funció d'enriostar els pòrtics principals.

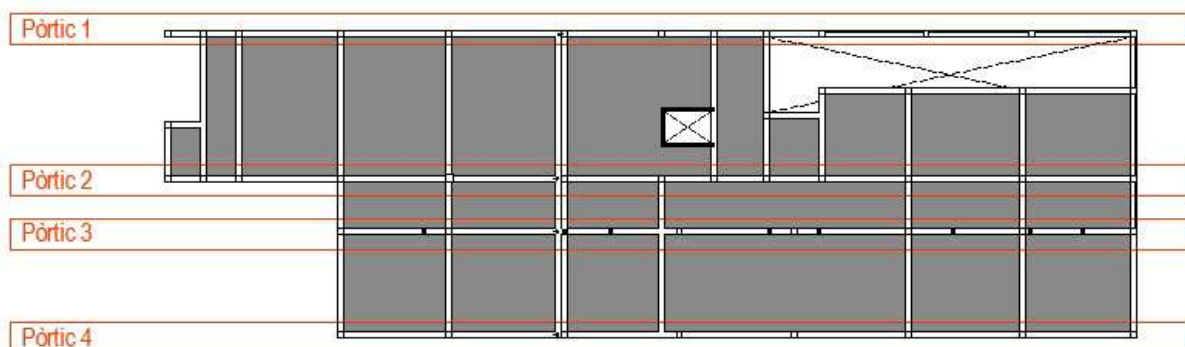


Figura 2.8 On es mostren els quatre pòrtics principal de l'estructura en el sostre de la planta soterrani.

Tant els pilars del pòrtic principal 1 com els del pòrtic principal 2, neixen a la fonamentació i arriben fins la planta coberta. Els pilars dels pòrtics principals 3 i 4 només tenen una alçada i neixen a la fonamentació i arriben fins a la planta Baixa de l'edifici, es a dir, arriben fins al sostre de la Planta Baixa.

Les caixes volades on s'ubiquen les escales 3 i 4 de l'edifici i els despatxos destinats a tutoria requereixen un tractament especial de manera que els pilars que els sustenten són metàl·lics. D'aquesta manera s'aconsegueix alleugerir l'estructura i utilitzar cantells de sostres més prims tal i com requereix el projecte bàsic de l'edifici. Els pilars del badalot d'instal·lacions també són metàl·lics.

Es realitza un mur de formigó armat que neix en la planta fonamentació i que acaba a la planta coberta que té la finalitat de tancar la caixa on va emplaçat l'ascensor de manera que també fa la funció d'aguantar els sostres i d'enriostar verticalment l'estructura.

2.3.2 Estructura horitzontal

A l'edifici trobem dos tipus de forjat diferents: forjat unidireccional de biguetes de formigó *in situ* amb cassetons de poliestirè, tipologia que predomina en l'edifici, i lloses massisses de formigó armat de 20 cm de gruix. Aquestes lloses aniran als voladus de la façana Sud-Est i també a la zona volada per posar un finestral de la façana Nord-Est.

Les bigues jàsseres i les bigues que enriosten els pòrtics seran de formigó armat i dimensions 40x60 cm. Tant les bigues jàsseres com les que enriostren seran de cantell i quedaran penjades.

Les bigues que conformen els voladius estaran formades per perfils d'acer tipus IPE igual que les bigues que conformen el finestral de la façana Nord-Est i els badalots de la coberta. La dimensió de les IPE vindran definides segons el càlcul.

2.3.3 Fonamentació

Donada la bona resposta del terreny, en una cota tan pròxima a la de la fonamentació, es realitzaran sabates centrades i aïllades enriostades amb bigues per a les arrencades dels pilars i sabata correguda pel mur de contenció de la zona Nord de l'edifici.

S'ha de tenir en compte que segons projecte la cota superior de la fonamentació es la 98. Tenint en compte que el nivel geotècnic B, on s'ha d'encastar les sabates es a la cota 96,65 i que s'han d'encastar com a mínim 30 cm, la dimensió vertical que en resulta es de 1,65 metres. Les sabates, per càlcul, tenen, com a màxim, un cantell de 90 cm de manera que, en alguns casos, s'haurien de realitzar pous de cimentació, no obstant es considera inviable realitzar pous de cimentació de 15 cm per la qual cosa s'ha decidit realitzar tota la fonamentació a la mateixa cota amb un cantell de 85 cm per a totes les sabates.

2.3.4 Elements de comunicació vertical

A l'edifici trobem quatre nuclis d'escala, un ascensor i una rampa.

Totes les escales estaran formades per lloses inclinades de formigó armat, de dos trams, i recolzaran en bigues a la sortida i a l'arribada quedant volades als replans entremitjos.

La caixa de l'ascensor estarà realitzat amb un mur de formigó armat de 20 cm de gruix, fins a la planta coberta on estarà realitzada per mur de fàbrica ceràmica de 15 cm de gruix. La part que es de formigó armat formarà part dels elements portants de l'edifici absorbint càrregues.

La rampa que comunica la Planta Soterrani amb la Planta Baixa de l'edifici estarà formada per pilars a base de perfils laminats d'acer tipus HEB i bigues formades amb perfils laminats d'acer tipus IPE. Les unions entre els elements estaran soldades i els pilars estaran ancorats a les sabates mitjançant platines d'acer.

2.3.5 Altres tipus d'elements estructurals

L'edifici, que té una llargària de 66,10 metres en tota la seva alçada i una amplària de 20,80 metres en Planta Soterrani i de 10,20 en la resta de plantes, figura 2.1, ha de disposar d'una junta de dilatació. L'alternativa a realitzar-la seria armar els pilars per tal de que absorbeixin els les deformacions que patirien amb els canvis de temperatura. Aquesta solució es troba arriscada i poc comuna, i es per això que s'ha decidit fer una junta de dilatació estructural.

Una vegada decidit, s'ha observat les plantes amb la distribució de les aules i dels finestrals de la zona de pàrvuls i de la resta de l'edifici, i a les zones on es requereix de junta, es fa impossible el desdoblament dels pilars sense envair zones destinades a aules. Es per això que s'ha decidit realitzar la junta amb uns passadors tipus Goujon Cret, figura 2.9, que es disposen en les bigues a banda i banda de la junta, abans de formigonar i que s'encarreguen de transmetre el tallant permetent la dilatació de l'estructura mitjançant el seu mecanisme intern.



Figura 2.9 A la dreta mecanisme Goujon Cret, a l'esquerra, disposició dels passadors abans de formigonar.

2.4 Predimensionat

A l'hora de modelitzar l'estructura al programa Cypecad s'han de trobar uns valors de partida de les dimensions dels elements que conformen l'estructura de manera que, per exemple, es pugui determinar les dimensions dels pilars sense anar massa desencaminats. S'ha d'indicar que hi ha professionals que poden donar amb aquestes dimensions de partida sense cap càlcul previ, només per la experiència que tenen. Per fer el predimensionat dels elements que conformen l'estructura s'ha utilitzat el llibre: "Números Gordos en el proyecto de estructuras" i els apunts de l'escola d'Estructures.

2.4.1 Predimensionat dels Pilars.

S'ha decidit que la geometria dels pilars sigui quadrada per la facilitat de l'encofrat i l'armat dels mateixos i que siguin de formigó armat *in situ*.

S'ha d'analitzar quins son els pilars que reben més Axil ja que aquests seran en principi, els pilars mes desfavorables, que son els pilars del pòrtic número 2 que comencen a la fonamentació i acaben en la planta coberta, en concret, s'escull el pilar que a més a més recull part del pes de la coberta del badalot d'instal·lacions.

El pilar mes desfavorable rep uns axils i recull una superfície que s'indica a la taula 2.1

Comptant amb l'axil obtingut a la taula i tenint en compte que utilitzem un formigó armat de resistència 30 N/mm^2 , s'obté una secció de: 125645 mm^2 que resulten d'aïllar S.

Taula 2.1: Axil que rep el pilar mes desfavorable

Planta	Superfície	Pes Propi (kN/m ²)	Sobrecàrrega (kN/m ²)	Total (kN)
Coberta Badalot	9 m ²	5x1,35=6,75	2 x1,5= 3	9,75x9=87,75
Sostre P. Primera	58 m ²	6x1,35=8,1	5x1,5=7,5	15,6x58=904,80
Sostre P. Baixa	58 m ²	6x1,35=8,1	5x1,5=7,5	15,6x58=904,80
Sostre P. Soterrani	120 m ²	6x1,35=8,1	5x1,5=7,5	15,6x120=1872
TOTAL				3769,35 kN

$$30 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot S(\text{mm}^2) = 379350\text{N}$$

Sabent que els pilars seran de geometria quadrada s'obté, com a dimensió de les cares del pilar 354,46 mm. Per la qual cosa els pilars seran, *a priori*, de 40 x 40 cm.

2.4.2 Predimensionat del sostre.

La tipologia de sostre escollida es unidireccional *in situ*. Com a dimensió inicial i donat que les càrregues i les llums son molts grans, he decidit que el cantell serà de 50 cm, l'intereix de 50 cm, la capa de compressió de 10 cm i l'amplària del nervi de 20 cm.

Si analitzem aquest tipus de sostre s'arriba a la conclusió de que està format per la unió de biguetes en forma de T, veure figura 2.10. Es realitza el predimensionat d'una bigueta tipus T per les condicions mes desfavorables que trobem al projecte.

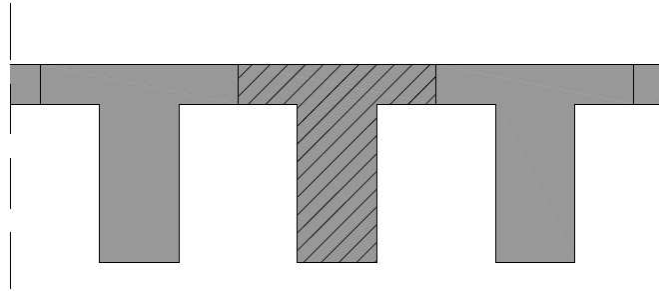


Figura 2.10 Anàlisi de la composició d'un sostre unidireccional *in situ* sense representar els cassetons.

La llum més desfavorable que ha de suportar el sostre es de 9,80 metres. Considerem que la bigueta està recolzada als seus dos extrems, figura 2.11. El tram considerat com mes desfavorable té a mes a mes del pes propi de la bigueta, unes càrregues permanents i unes de variables.

El pes de les càrregues permanents de la bigueta son: 1 kN/m² de paviment, 1 kN/m² d'envans i 0,4 kN/m² de fals sostre. El propi pes de la bigueta que es d'aproximadament 3,75 kN/ml.

Les càrregues s'han de majorar i a mes a mes les que estan en kN/m² s'han de passar a kN/ml. Les càrregues permanents tenen un coeficient de majoració de 1,35 mentre que el coeficients a aplicar en les càrregues variables es de 1,50.

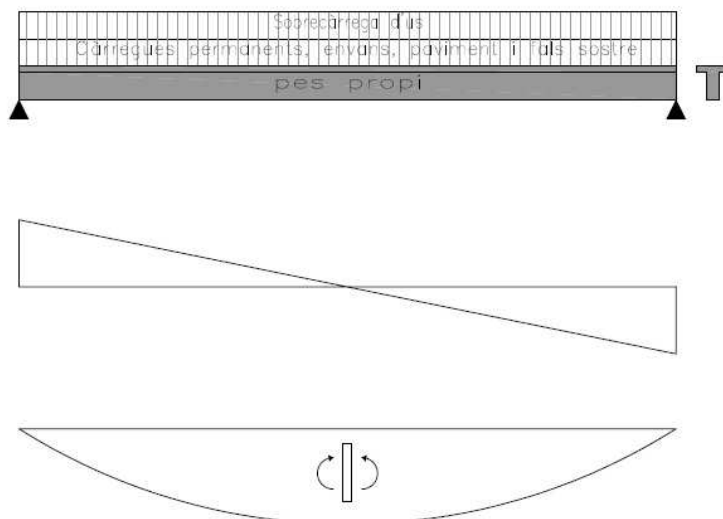


Figura 2.11 Esquema de la bigueta i de les càrregues que hi actuen.

- Càrregues permanents:

2,4 kN/m², en un metre lineal de bigueta hi ha 0,5 m², per tant la càrrega lineal es de 1,2 kN/ml.

$1,2 \text{ kN/ml} + 3,75 \text{ kN/ml} \times 1,35 = 6,68 \text{ kN/ml}$.

- Càrregues variables

Categoria d'us C, ús mes desfavorable de $5 \text{ kN/m}^2 \times 0,5 \text{ m}^2/\text{ml} = 2,5 \text{ kN/ml}$.

$2,5 \text{ kN/ml} \times 1,5 = 3,75 \text{ kN/ml}$.

La càrrega total es de $10,43 \text{ kN/ml}$. Amb aquesta càrrega ja es pot utilitzar directament la fórmula per calcular el moment flector màxim.

$$M_{f\text{m}\acute{a}\text{x}} = \frac{q \cdot l^2}{8} = \frac{10,43 \cdot 9,8^2}{8} = 125,24 \text{ mkN}$$

El moment que ha d'aguantar les bigues mes desfavorables de l'edifici es de $125,24 \text{ mkN}$.

Ara només queda fer un càlcul de l'armat necessari per a la geometria del sostre proposada i pel moment que ha d'aguantar. La quantitat d'armat que en resulti indicarà si la geometria de les biguetes es l'adequada o si està sobredimensionada o infradimensionada. Es proposa doncs resoldre una biga secció en T.

- Càlcul de la profunditat de la fibra neutra en la qual la secció passa d'estar comprimida a estar traccionada.

$$X_{\text{lim}} = \frac{d}{1 + \frac{f_{yd}}{700}} = \frac{470}{1 + \frac{500}{1,15 \cdot 700}} = 289,92 \text{ mm}$$

- Càlcul de la Y_{lim} .

$Y_{\text{lim}} = 0,8 \cdot X_{\text{lim}} = 0,8 \cdot 289,92 = 231,94 \text{ mm}$.

- Càlcul del moment que absorbeix l'ala

$$M_{\text{ala}} = f_{cd} \cdot b \cdot h_t \cdot \left(d - \left(\frac{h_f}{2} \right) \right) = 20 \cdot 470 \cdot 100 \cdot \left(470 - \left(\frac{100}{2} \right) \right) = 394,80 \text{ mkN}.$$

- Càlcul del moment límit de la secció

$$M_{\text{lim}} = M_{\text{ala}} + \left(f_{cd} \cdot b_w \cdot (y_{\text{lim}} - h_f) \left(d - h_f - \frac{y_{\text{lim}} - h_f}{2} \right) \right) = 394800000 + \left(20 \cdot 200 \cdot (231,94 - 100) \cdot \left(170 - 100 - \left(\frac{231,94 - 100}{2} \right) \right) \right) \cdot 10^{-6} = 396,93 \text{ mkN}$$

- Comparació entre el moment de càlcul, el moment de l'ala i el moment límit de la secció.

El moment de càlcul es menor al moment que absorbeix l'ala i també al moment límit de la secció. Aquest resultat ens indica que no caldrà armadura de compressió i que la fibra neutra es troba en una profunditat inferior a 100 mm , es a dir, dins de la capa de compressió.

- Càlcul de la profunditat de l'eix neutre o y .

$$Md = fcd \cdot b \cdot y \cdot \left(\frac{d - y}{2} \right) \longrightarrow 20 \cdot 500 \cdot y \cdot \left(\frac{470 - y}{2} \right) = 125,24 \cdot 10^6$$

$$y = 61,28 \text{ mm.}$$

La fibra neutra es troba per a una profunditat de 6,12 cm. Podem veure el croquis de la secció en T amb el bloc de compressió a la figura 2.12.

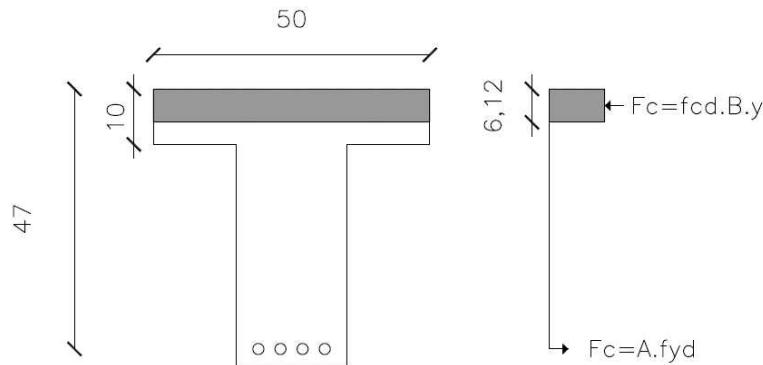


Figura 2.12 Diagrama de la secció en T amb les forces horitzontals que hi actuen. La zona ombrejada és la zona que es comprimeix el formigó.

- Determinació de la força resultant del paquet de compressions que tindrà el mateix valor, però sentit contrari, que la força que ha de fer l'armadura.

$$F_{s1} = F_c = fcd \cdot b \cdot y = 20 \cdot 500 \cdot 61,28 = 612,80 \text{ kN}$$

$$F_{s1} = A \cdot f_{yd} \rightarrow 612800 = A \cdot \frac{500}{1,15} \rightarrow A = 1409,44 \text{ mm}^2$$

L'últim pas que queda es mirar quantes barres d'acer fan falta per cobrir l'armadura que ha sortit al càlcul amb el condicionant de que ha de caber en un nervi de 20 cm.

La combinació de barres que compleix amb l'àrea de l'armadura necessària son 4 barres de diàmetre 20 mm. Deixant uns recobriments de 3 cm a banda i banda del nervi quedaran separacions entre les barres de 20 mm, complint amb la normativa que estableix la EHE on s'indica que la separació entre les barres serà la major de:

- 20 mm
- El diàmetre mes gran (20 mm)
- $1,25 \cdot$ tamany màxim de l'àrid que en el cas que ens ocupa i en sostres i bigues es de 15 mm.

- Anàlisi del resultat obtingut.

Si bé em obtenir uns armats de grans dimensions, cal dir que la llum de 9,8 metres és molt gran així com la càrrega que ha d'aguantar. A més a més, l'armat que s'ha trobat es el corresponent al moment flector màxim que actua en la meitat de la bigueta. Si es volgués disminuir el tamany dels diàmetres s'hauria de realitzar un cantell més gran o bé disposar d'un intereix mes petit. La primera opció implica un augment del formigó i del pes propi de l'estructura cosa que seria contraproduent. La segona opció es fa difícil d'executar ja que els nervis tindrien un intereix tant petit que resultaria massa complicat en vers a la execució dels sostres. S'ha de tenir en compte que s'ha realitzat el predimensionat per les biguetes més

desfavorables per la qual cosa es dona com a dimensió i geometria de partida l'estudiada en el present apartat.

2.4.3 Predimensionat de les Jàsseres.

Les jàsseres que recullen els esforços i els transmeten als pilars, seran de geometria rectangular i de formigó armat *in situ*.

El cantell de la jàssera, considerant la llum més desfavorable de 9,2 metres, es un valor que queda dins de l'interval L/15-L/20, es a dir que serà un valor comprés entre 0,61 m i 0,46 m, de manera que el cantell de la jàssera serà de 60 cm

2.4.4 Predimensionat d'una sabata

El predimensionat es farà per l'axil obtingut en el càlcul de predimensionat del pilar. El terreny aguanta 3,5 Kg/cm² i l'axil que aguanta la sabata es de: 3769,35 kN

$$\frac{376935 \text{ Kg}}{3,5} = 107695,70 \text{ cm}^2 \longrightarrow S = \sqrt{107695,70} = 328 \text{ cm.}$$

La sabata del pilar més sol·licitat hauria de tenir una superfície de 3,30 m x 3,30 m, no obstant aquesta superfície es veuria reduïda pels efectes del "fuste" de les sabates degut al seu cantell que també absorbeix esforços. Donat a que el programa genera la fonamentació automàticament i que cada pilar recull uns esforços diferents, es descarta el predimensionat de la sabata servint només com a orientació.

2.4.5 Predimensionat del mur soterrani

El gruix del mur, segons el llibre de "números gordos" en la seva versió actualitzada al EHE-08, es d'aproximadament una quinzena part de l'alçada.

L'alçada del mur serà de 3,82 corresponent un gruix de 0,26 metres. El mur que mes s'adequa a aquest predimensionat és de gruix 30 cm. Tenim la particularitat de existeixen pilars intermedis al mur soterrani i que aquest fan 40 x 40 cm. Donada la dificultat per encofrar aquests canvis de gruix, augmentarem el mur a 40 cm perquè quedi enrasat amb els pilars facilitant l'executabilitat dels elements a l'obra i augmentant la qualitat ja que no hi hauran tantes cantonades a omplir amb formigó.

Donem com a punt de partida, un gruix del mur soterrani de 40 cm.

El mur estarà recolzat sobre una sabata correguda de cantonada perquè si fós centrada obligaria a fer un buidat de terres a banda i banda del mur per poder realitzar la sabata. D'aquesta manera, es facilita l'execució del mur.

3 CÀLCUL AMB EL PROGRAMA CYPECAD.

Una vegada decidides les solucions dels elements estructurals, les càrregues que hi actuen i el predimensionat dels elements, es moment d'introduir la solució als programes CypeCad per fer el càlcul dels elements cosa que permetrà estudiar les solucions per tal d'optimitzar l'estructura i/o modificar els elements.

En aquest edifici trobem l'estructura general de l'edifici i una rampa metàl·lica. El càlcul de l'estructura general es realitzarà amb Cypecad i la rampa amb nou Metall 3D que es un programa més adient. Una vegada calculades les dos parts, compartiran una fonamentació. La rampa funciona estructuralment parlant, amb independència en vers la resta d'estructura.

3.1 Plantilles d'obra

Primerament s'ha preparat unes plantilles amb Autocad tot partint dels perímetres dels sostres a resoldre i dels forats que té. Les plantilles, figura 3.1, tenen la disposició de pilars, els eixos a partir dels quals poden créixer, les bigues jàssera, les bigues d'enriostament, el sentit dels sostres, els eixos de la façana, la caixa de l'ascensor i la superfície de la coberta on es troben emplaçades les plaques solars. No s'introduiran per tant, els envans tal i com ja s'ha explicat en apartats anteriors ja que l'estructura ha d'estar realitzada per poder sofrir qualsevol canvi en la distribució dels mateixos.

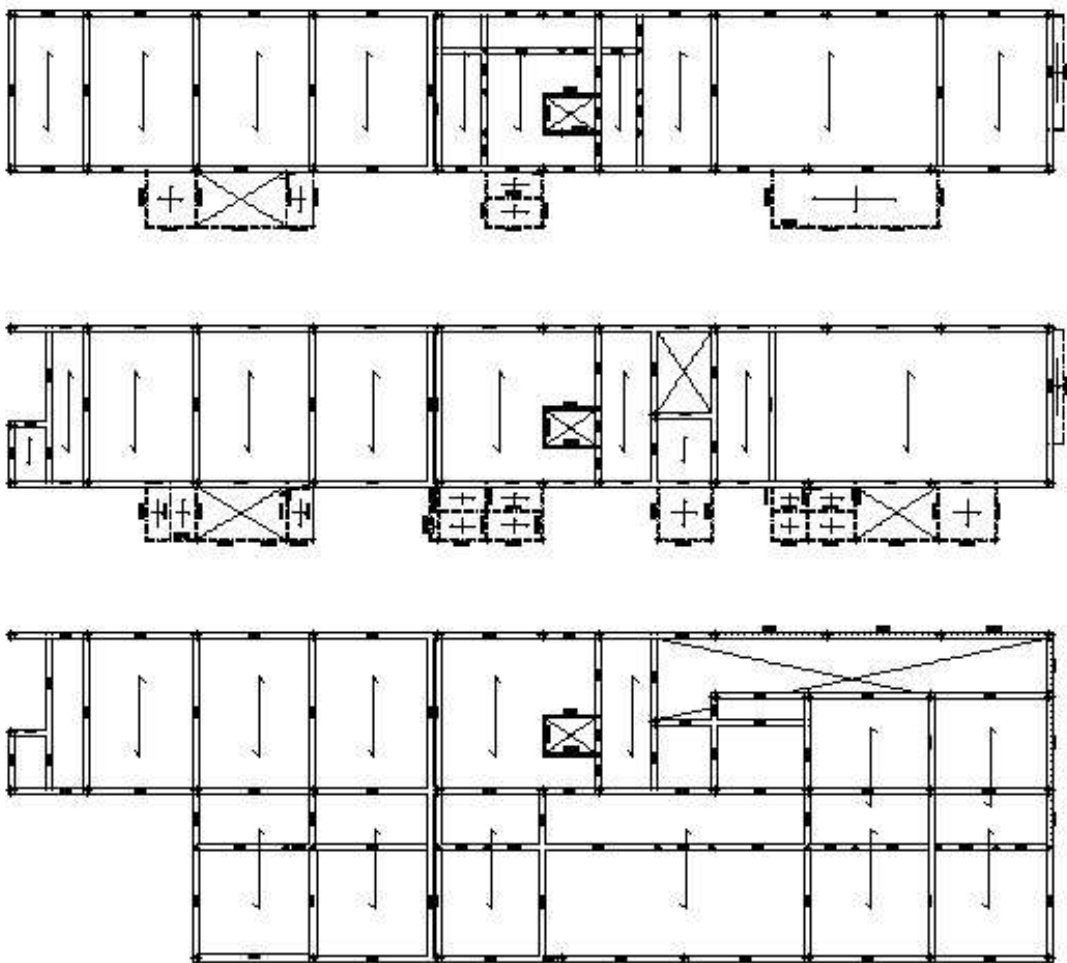


Figura 3.1: Es mostren les tres plantilles que s'han insertat al Cypecad. Sostre Planta Soterrani, sostre Planta Baixa i Sostre Planta Primera

L'edifici consta de quatre sostres a resoldre: Sostre Planta Soterrani, Sostre Planta Baixa, Sostre Planta Primera i coberta badalots. Les plantilles s'elaboren a partir dels plànols facilitats en format Autocad per assegurar-nos de que coincidiran totes les geometries. Cadascuna de les plantilles s'ha de posar en un arxiu d'autocad independent i amb el mateix punt de referència per tal que, a l'hora d'insertar les plantilles coincideixin totes i no hi hagi errors de geometria. Facilita molt el modelatge de l'edifici el fet de que tots els elements del mateix tipus que componen les plantilles tinguin una capa independent a l'arxiu de l'Autocad ja que, una vegada insertades, es poden encendre i apagar les capes segons convingui.

Quan les plantilles estan acabades, s'han ficat dins d'una carpeta i, això es important, una vegada insertades al Cypecad, no es poden moure del directori on s'han deixat ja que el programa perdria la ruta i no detectaria canvis efectuats a les plantilles en el cas de que les modifiquem per alguna raó.

Acabades les tasques prèvies al ús del Cypecad, s'ha obert el programa i s'ha començat a modelar l'estructura de l'edifici.

3.2 Inici del programa, dades generals i accions.

Quan obrim el programa del Cypecad per primera vegada surt el menú de gestió d'arxius on s'ha de clicar a Nou i omplir el nom del fitxer de cypecad, amb extensió c3e, i una descripció: TFG Riera de Gaià. Escollim la opció d'obra buida i emergeixen finestres per començar a definir les dades generals de l'obra, figura 3.2 que s'han d'anar emplenant una a una fins que la finestra emergent es tanca i ens trobem amb la pantalla del Cypecad buida.

Figura 3.2 Dades Generals de l'estructura.

El quadre es pot omplir en aquest moment i es pot editar després des del menú: obra, dades generals. Després emergeix una finestra on em d'indicar la selecció de normes. En el cas de l'edifici les normatives que estan vigents són:

La EHE 08 i el CTE per al formigó armat i el CTE DB SE A per l'acer conformat i per l'acer laminat.

Com que a l'edifici no tindrem elements estructurals de fusta ni d'alumini s'han deixat les normes que hi surten per defecte que son, precisament, les que estan en vigor.

Es marquen les accions del vent. L'edifici està emplaçat en zona eòlica C, amb una velocitat del vent de 29 m/s i el grau d'aspresa es de IV: Zona urbana, industrial o forestal. L'edifici no es troba mai protegit dels efectes del vent pel fet de que està construït en la seva majoria sobre rasant i es un edifici aïllat, encara que l'edifici fos entre mitgeres s'hauria de considerar com no protegit ja que poder algun dia l'edifici veí s'enderrocaria i el nostre hauria de ser estable per sí mateix. Llavors, només es considera que un edifici està protegit en vers al vent quan es tracta d'alguna conformació del terreny que es consideri casi impossible variar en tota la vida de l'edifici com per exemple, un penya-segat.

L'edifici es de geometria rectangular i el costat més estret coincideix amb el Nord geogràfic de manera que introduïrem els amplex de banda de cada planta sense cap dificultat mesurant en l'eix x i l'eix y de l'estructura, figura 3.3.

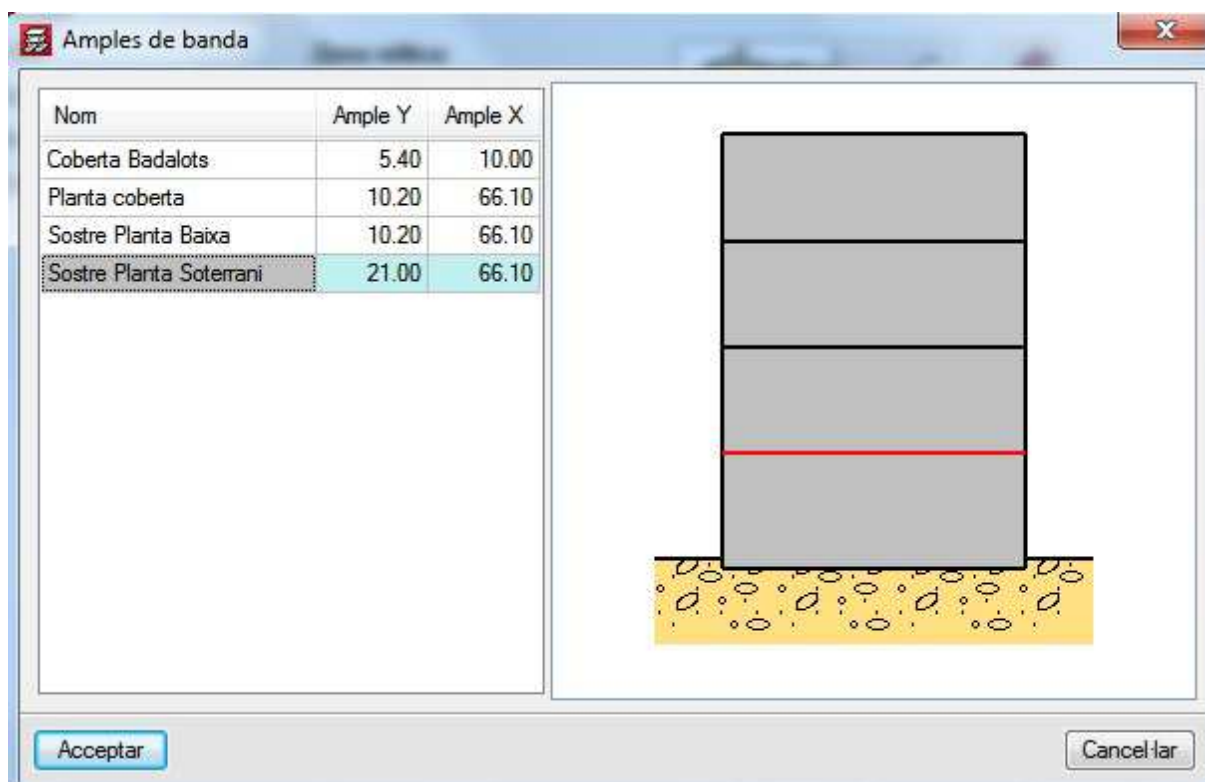


Figura 3.3: amplex de banda aplicats a cada Planta

S'ha indicat la resistència al foc que per l'edifici es de R60 al tractar-se d'un centre docent de menys de 15 metres d'alçada. Com que la planta Soterrani té només una petita zona soterrada i la majoria es troba sobre la rasant, s'ha considerat que la resistència al foc del elements estructurals d'aquesta planta també sigui de R60 tal i com estableix la taula 3.1 del CTE DB SI 6.

Es considera la mateixa resistència al foc per a la rampa que comunica la Planta Soterrani amb la Planta Baixa.

S'ha indicat en el quadre de resistència al foc que les peces conformades amb formigó armat han de resistir per si mateixes mentre que els elements d'acer conformats tindran caixons de plaques de cartró-guix ignífugues i projectat de fibres minerals tal i com es pot observar a la figura 3.4.

Comprovació de resistència al foc: Dades generals

Nº	Grup	R. requerida	F. comp.	Rev. inferior - Form.	Rev. pilars i murs - Form.	Rev. bigues - Acer	Rev. pilars - Acer
4	Coberta Badalots	R 60	<input checked="" type="checkbox"/>	Sense rev. ignífug	Sense rev. ignífug	Proj. fibres min.	Proj. fibres min.
3	Planta coberta	R 60	<input checked="" type="checkbox"/>	Sense rev. ignífug	Sense rev. ignífug	Pl. cartró-guix	Pl. cartró-guix
2	Sostre Planta Baixa	R 60	<input checked="" type="checkbox"/>	Sense rev. ignífug	Sense rev. ignífug	Pl. cartró-guix	Pl. cartró-guix
1	Sostre Planta Soterrani	R 60	<input checked="" type="checkbox"/>	Sense rev. ignífug	Sense rev. ignífug	Pl. cartró-guix	Pl. cartró-guix

Considerar l'apartat 5.1 del Annex 7 de la norma EHE-98

En aquest diàleg es permet introduir les dades generals de cada grup de plantes per a realitzar la comprovació de la resistència al foc de l'estructura. Les dades s'apliquen a tots els elements estructurals del grup. Si desitja definir dades diferents en certes zones de la planta del grup, pot definir aquelles zones en el menú 'Grups > Resistència al foc > Nova zona' de les pestanyes 'Entrada de bigues' i 'Resultats'. Les dades per a comprovar la resistència al foc de les estructures 3D integrades es defineixen en cada una d'elles en el menú 'Obra > Perfils d'acer' i 'Obra > Perfils de fusta'.

Acceptar Cancel·lar

Figura 3.4 Paràmetres en vers a la resistència al foc segons el tipus de planta i el material de l'element.

Recordem que, com s'ha explicat en l'apartat de condicionants en vers al terreny, es poden obviar els efectes del sisme.

S'ha considerat uns efectes de segon ordre amb una P-Delta de 2 degut a la pèrdua de verticalitat que tenen els pilars a causa de les forces horitzontals i al fet que una vegada deformats han de seguir aguantant els esforços axials de manera que es genera un moment addicional a la base del pilar, fenomen que s'anomena efecte P-Delta. D'aquesta manera es considera que els pilars es fisuren perdent secció eficaç. El valor de 2 correspon a estimar una pèrdua de la rigidesa dels pilars d'un 50% cosa que incideix en el càlcul de cara a la seguretat. No hi ha cap normativa que estableixi el valor concret.

Es considera que tota l'estructura es intraslacional amb les dades que venen definides per defecte al Cypecad, de manera que l'edifici es deformarà segons la figura 3.5.

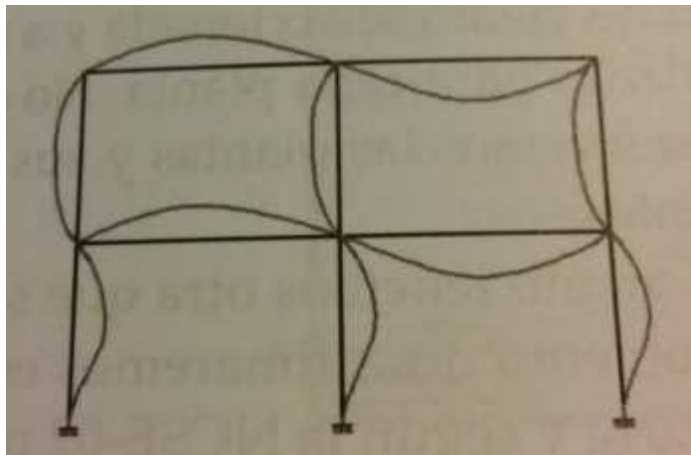


Figura 3.5: Pòrtics intraslacionals.

L'ambient, segons la web del ministeri de foment, per al terme municipal de La Riera de Gaià, vegeu figura 3.6, és de IIIa. L'ambient serveix per determinar el recobriment mínim de les barres d'acer de l'estructura per tal d'evitar la oxidació de les mateixes. Quan una barra d'acer s'exposa a humitat, s'oxida i es comença a expandir de manera que produeix fissures al formigó que acaba per desprendre's.

Es considera que la vida útil de l'edifici es de 100 anys.

✦ Clases de Exposición Ambiental

Inicio Generales Específicas Informes

✦ Municipio : Riera de Gaià (La) ; Clase : IIIa .

Selecciona municipio

Municipio
 Riera de Gaià (La) Ver información Añadir al Informe

Recubrimientos mínimos Relación a/c Resistencias mínimas

Recubrimiento mínimo (mm) para la Clase de exposición IIIa

Hormigón	Tipo de cemento	Vida útil de proyecto	
		50 años	100 años
Armado	CEM III/A, CEM III/B, CEM IV, CEM II/B-S, B-P, B-V, A-D u hormigón con adición de microsilice superior al 6% o de cenizas volantes superior al 20%	25	30
	Resto de cementos utilizables	45	65
Pretensado	CEM II/A-D o bien con adición de humo de sílice superior al 6%	30	35
	Resto de cementos utilizables, según el artículo 26º	65	*

Figura 3.6 . Determinació del tipus d'ambient per definir els recobriments dels elements.

Un altre dels paràmetres que cal indicar al quadre de dades generals de l'obra, son les hipòtesis addicionals, si cliquem trobem les hipòtesis que genera el programa automàticament i a més a més les que s'han hagut d'afegir com, en el cas que ens ocupa, empentes del terreny, sobrecàrrega d'ús de tipus C i de tipus G2.

Existeixen 8 hipòtesis automàtiques pel vent ja que es consideren les vuit direccions en les que pot bufar el vent, vegeu figura 3.7

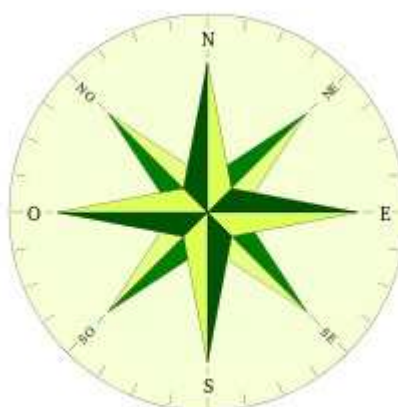


Figura 3.7 Rosa dels vents amb les vuit direccions que considera Cypecad.

En quant als estats límit de l'edifici, s'han de deixar tal qual ja que surten els correctes per defecte al haver definit la normativa aplicable i l'altitud de l'edifici.

3.3 Inserció de plantes i grups

Quan trobem la pantalla buida es moment de definir les plantes de l'edifici mitjançant el menú introducció-plantes-grups de la pestanya de pilars.

S'han definit les plantes com a: plantes soltes.

El programa genera per si sol la planta de fonamentació. En total em d'introduir tres plantes. Per cadascuna s'ha d'editar els paràmetres de l' altura, càrrega i càrregues mortes.

L'altura a introduir per cadascuna de les plantes es la que es correspon amb la distància que hi ha entre la cota superior de la fonamentació i la cota superior de forjat que hi ha a sobre de manera que no parlarem d'altura lliure entre forjats.

En el cas de l'edifici, d'ús docent de categoria C, com tenim zones on les sobrecàrregues d'ús son diferents en la mateixa planta, indicarem en aquest quadre la sobrecàrrega d'ús mes petita que afecta a cada planta i ja veurem en entrada bigues com fem per assolir les sobrecàrregues que afecten en cada zona de cada planta. Com que les càrregues mortes varien també de la mateixa manera, no introduïrem cap valor en aquest quadre i les afegirem manualment en les hipòtesis corresponents, una vegada modelat l'edifici. Aquest quadre té sentit en edificis que tenen la mateixa sobrecàrrega d'ús en tota la planta i que no tenen canvis de paviments ni de la resta de càrregues mortes, com per exemple un edifici unifamiliar d'ús residencial.

Ara es moment de definir el número de grups de l'edifici, que son cinc: Fonamentació, sostre planta Soterrani, sostre Planta Baixa, sostre Planta Primera i coberta badalots.

Per cada grup s'ha d'indicar l'altura. Les plantes de l'edifici son les que s'observen a la figura 3.8.

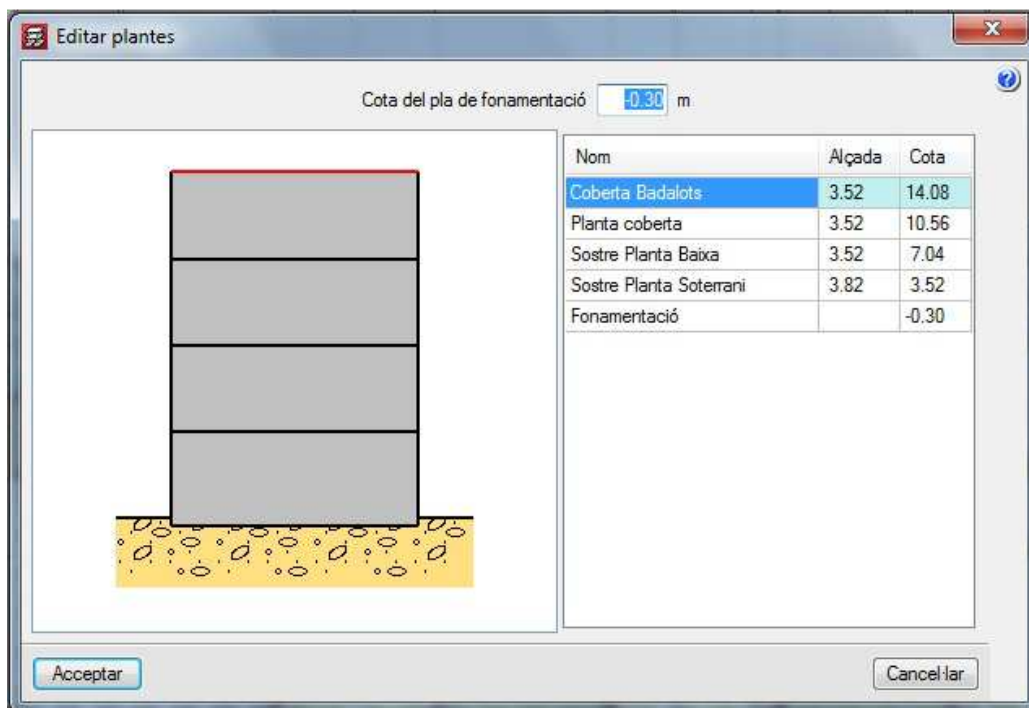


Figura 3.8 Grups d'obra

I per aquestes plantes o grups les càrregues predefinides son les que es reflexen a la figura 3.9 i corresponen a les mínimes sobrecàrregues d'ús que posseeix cada planta al no poder definir una única categoria d'ús com ja s'ha explicat en apartats anteriors.

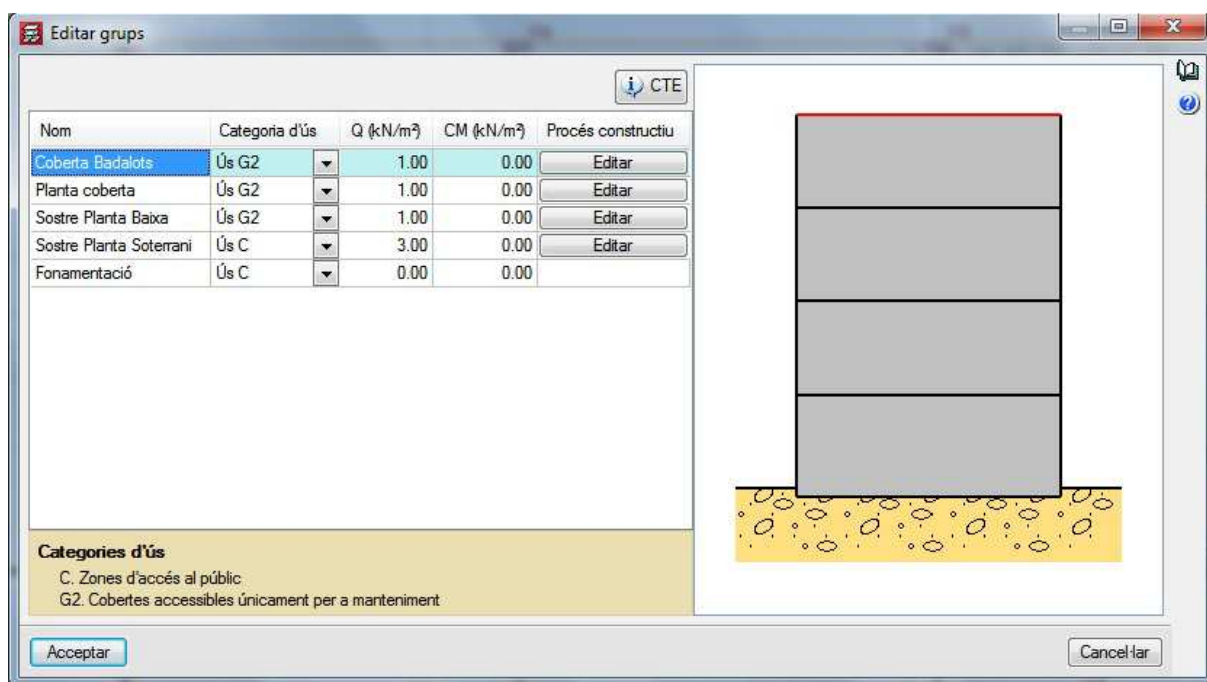


Figura 3.9 Categories d'ús, sobrecàrregues i càrregues mortes a l'estructura de l'edifici.

Es carreguem les plantilles d'autocad assignant a cadascuna la planta que li correspon a Cypecad. S'apaguen les capes que no fan falta per modelitzar l'estructura, com ara, eixos de façana, i ja tenim preparat l'arxiu per començar a modelitzar l'estructura.

3.4 Interfaç del cypecad

Per a que quedi clar els següents apartats, cal explicar una mica per sobre, l'entorn del programa. A la figura 3.10 es mostra la pantalla del cypecad.

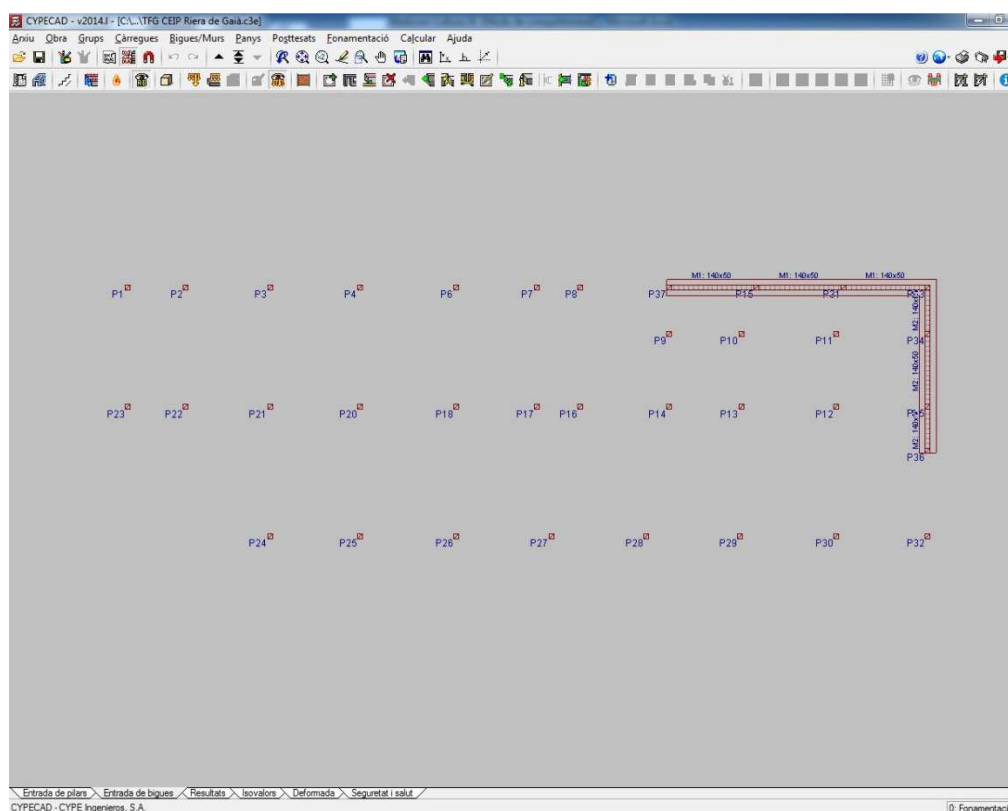


Figura 3.10 Entorn del programa Cypecad.

Tal i com es pot veure, abans de calcular l'obra, trobem 6 pestanyes a la part inferior esquerra de la pantalla. A l'hora de modelitzar l'estructura ens mourem entre la primera i la segona: Entrada de pilars i Entrada de bigues.

A la part superior dreta de la pantalla trobem una icona amb forma de globus terraqui que ha permès canviar les unitats a sistema internacional (Cypecad per defecte treballa en Tones/metre) i també altres paràmetres com el tipus de lletra i tamany en el que s'ha generat la documentació.

3.5 Inserció de pilars, bigues, panys i fonaments

Aquesta és sens dubte, la part més amena de tot el projecte. Per insertar els pilars s'ha d'estar a la pestanya "entrada de pilars". S'ha clicat: introducció – pilars, pantalles i arrencades – nou pilar i emergeix la següent finestra, figura 3.11:

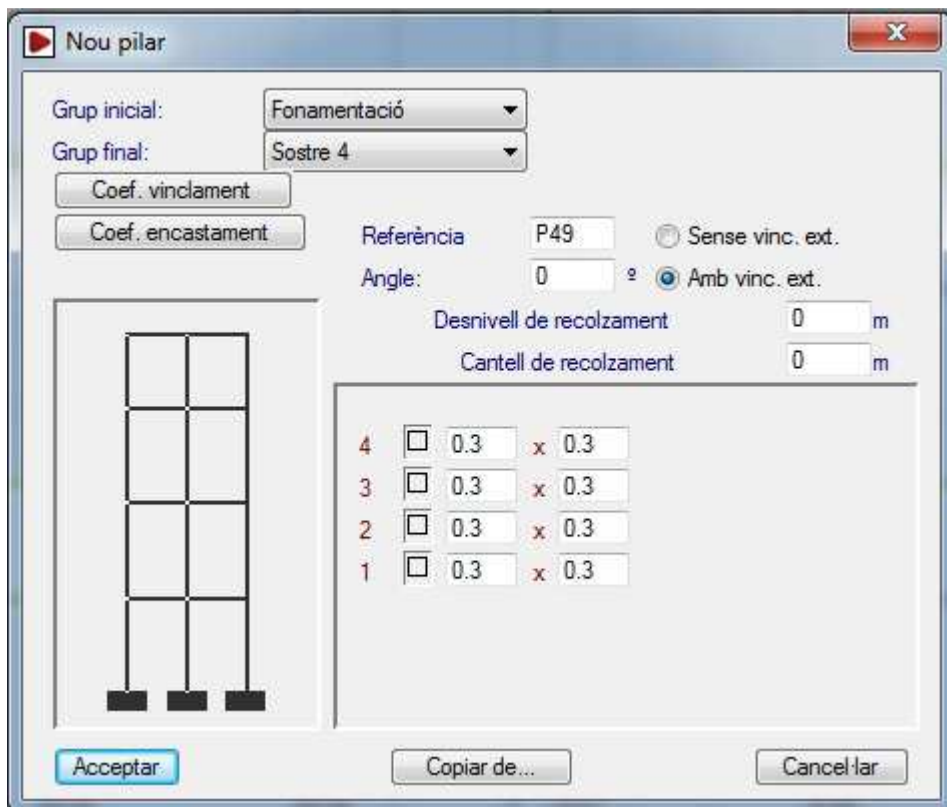


Figura 3.11 Configuració d'un nou pilar.

Aquí s'ha definit, per a cada pilar, en quin grup neix, en quin grup acaba i la geometria que té, s'ha tingut en compte que els pilars del projecte es troben recolzats sobre sabates per la qual cosa tenen vinculació exterior amb la qual cosa tenen restringit el desplaçament en l'eix z.

Per a cada pilar s'ha definit l'eix a partir del qual pot créixer de manera que tenim pilars interiors, pilars de façana i pilars de cantonada. De tota manera, en el cas que ens ocupa, com s'ha realitzat el predimensionat dels pilars no ha fet falta fer créixer cap, però, si hagués sigut el cas, la geometria hauria augmentat segons els esmenats eixos conservant la forma quadrada del pilar sense la opció de créixer només en una dimensió cosa que hagués hagut d'estar objecte d'estudi perquè poder es més adient que augmenti només en una direcció i segueixi ocupant el mateix gruix.

Una vegada definits els paràmetres del pilar, els quals es poden editar una vegada inserits, s'ha col·locat el pilar al seu lloc amb l'ajuda de la tecla de captura a plantilles o la tecla F3, figura 3.12.

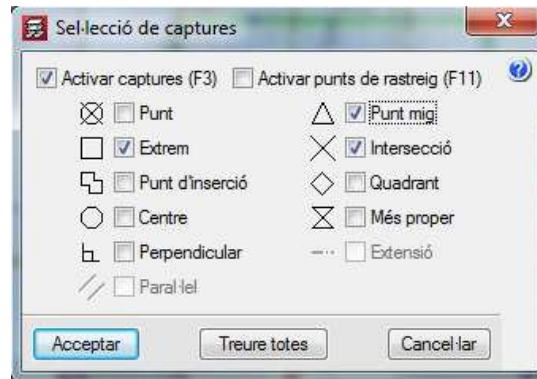


Figura 3.12 Referències a objectes que faciliten la inserció dels elements a Cypecad.

Una vegada inserits tots els pilars, s'han de renombrar per tal de que estiguin ordenats i es puguin localitzar fàcilment als plànols i a la memòria de càlcul. De manera que, en la pestanya de Cypecad d'inserció de pilars, l'edifici queda com la figura 3.13.

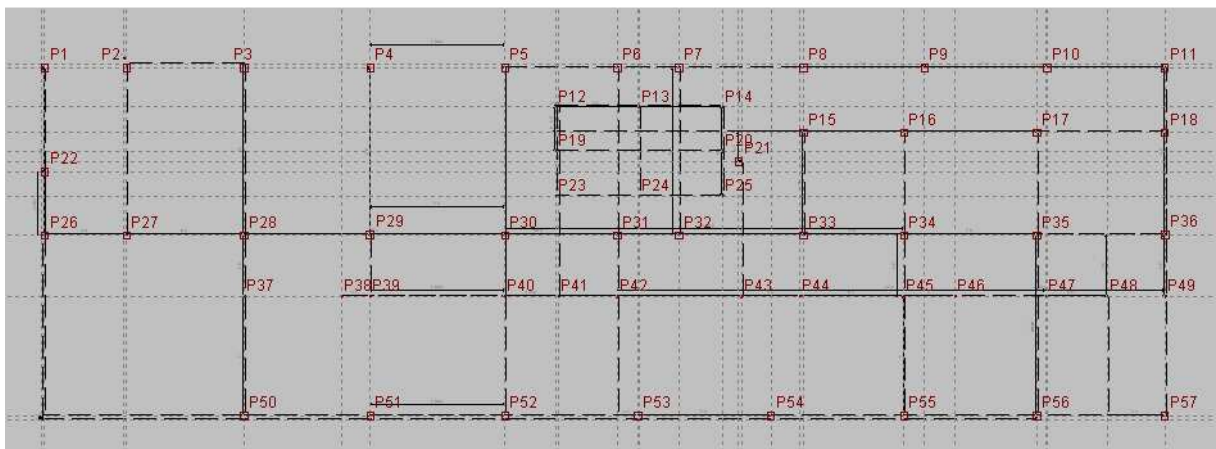


Figura 3.13: Disposició dels pilars de l'edifici.

3.6 Inserció del mur de soterrani

Des de la pestanya entrada de bigues i des del grup de la planta soterrani, s'ha procedit, amb l'ajuda de les plantilles, a inserir el mur de soterrani que té l'edifici en el seu extrem Nord.

S'ha determinat que el mur, de 40 cm de gruix, pugui créixer si escau a partir de l'eix que el divideix en dos i s'ha indicat que està recolzat sobre una sabata correguda.

S'ha introduït les empentes que rep el mur de contenció. A la figura 3.14 mostrem el quadre on s'indiquen els paràmetres per tal d'aplicar les empentes. Les empentes degudes a les terres a contenir s'han considerat com a càrregues permanents.

Segons les dades del geotècnic, l'angle de fricció de les terres es de 34° , i la roca, ja em dit que es troba mes abaix de la cota de la fonamentació per la qual cosa l'empenta serà constant en tota l'alçada del mur. També s'indica a l'estudi geotècnic que no hi ha nivell freàtic per la qual cosa no es marcarà l'opció.

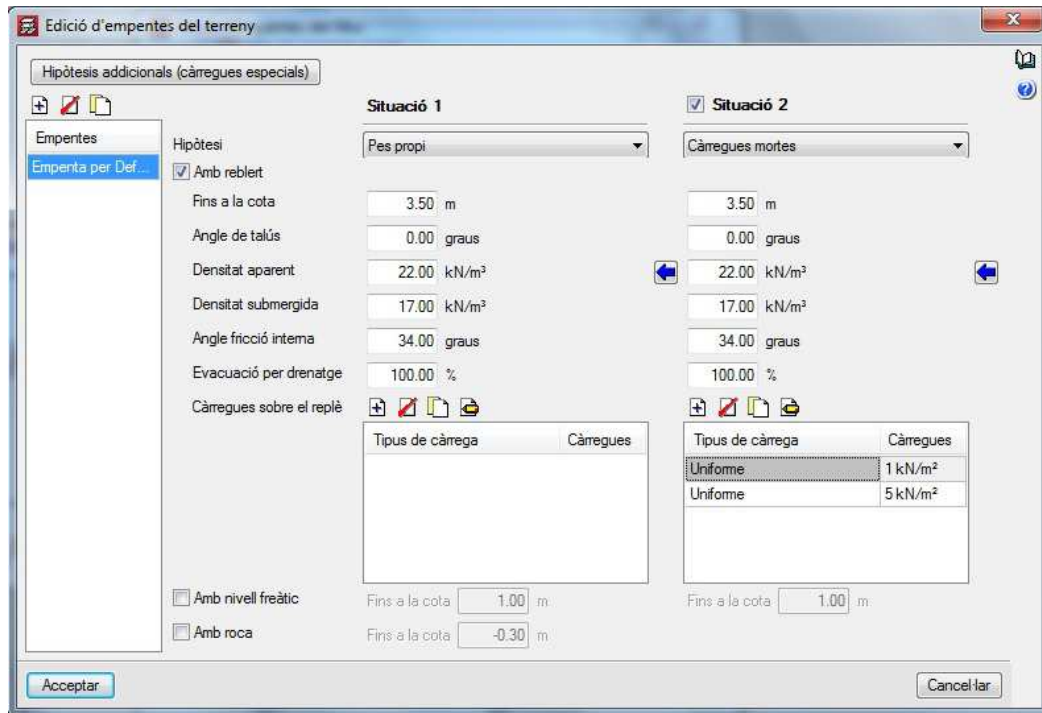


Figura 3.14: Paràmetres del mur de soterrani segons l'estudi geotècnic.

A més a més de les empentes que produeix el terreny, el fet de que a la part superior del mur trobem un paviment tipus solera, fa que es produeixin empentes horitzontals al mur, per la qual cosa s'ha introduït una càrrega de 5 kN/m^2 que descansarà al mateix costat on el mur rep les empentes del terreny. Aquesta càrrega serà uniformement repartida tal i com es mostra a la figura 3.15

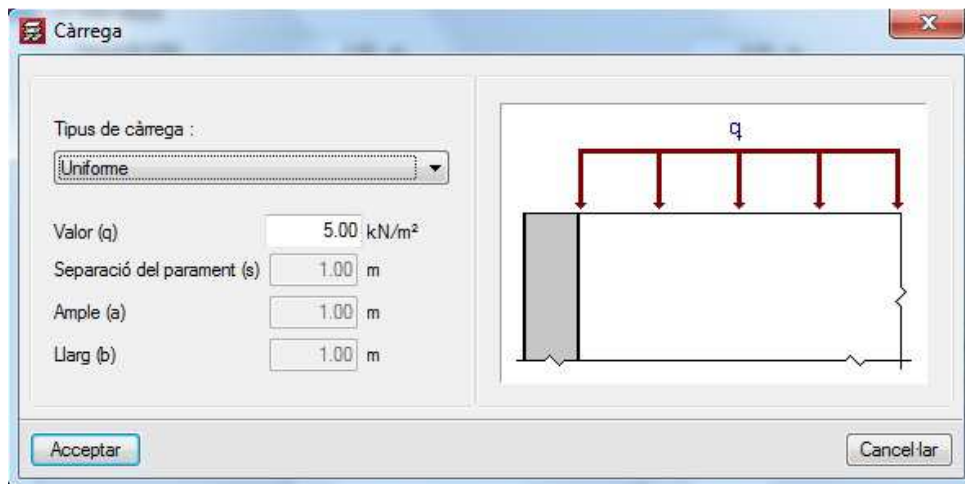


Figura 3.15 Càrrega repartida degut als possibles paviments que es construeixen llindants al mur de soterrani.

Una vegada introduïts els paràmetres sol·licitats tindrem unes empentes al mur com les que es grafien en la figura 3.16

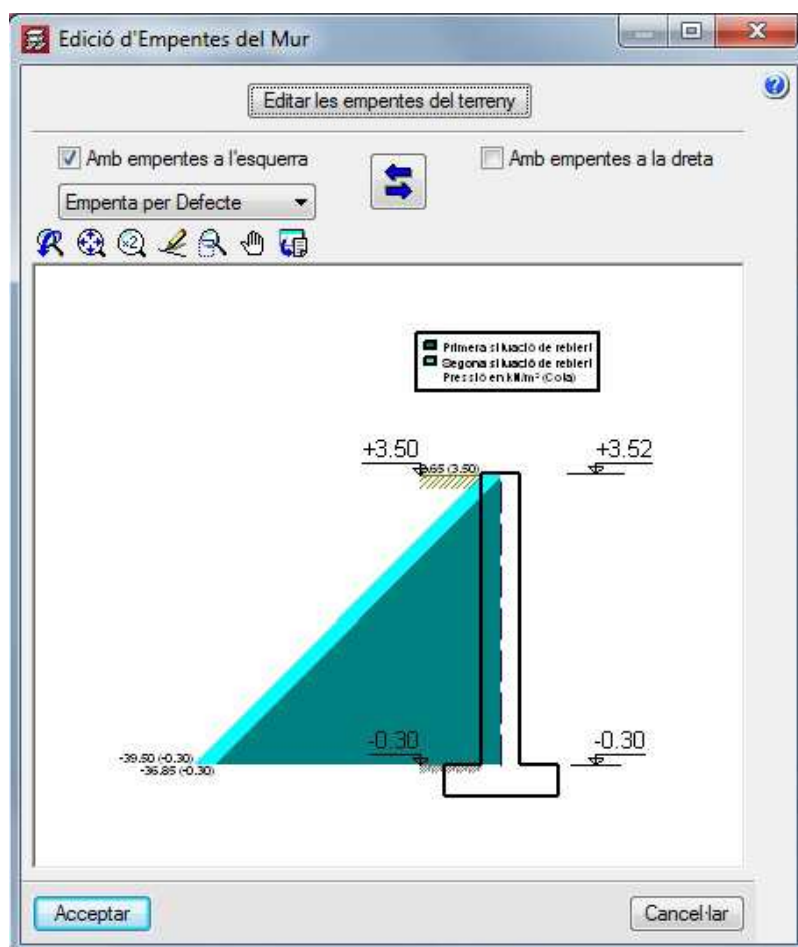


Figura 3.16 Empentes degudes al pes propi.

Una vegada inserits els murs, s'ha controlat que les empentes hagin quedat ben definides i que es trobin per la cara on el mur es troba reblert amb terres. Com es veu a la figura 3.17 les empentes queden ben introduïdes. Encara que un mur treballa millor amb una sabata centrada, s'ha optat per posar-la de cantonada per no haver de buidar a banda i banda del mur i encofrar les dues cares.

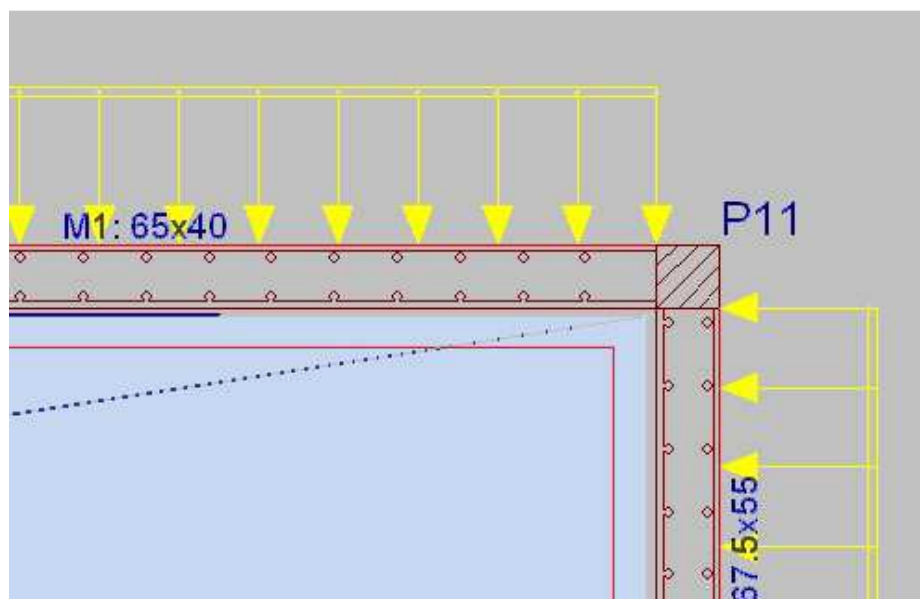


Figura 3.17 on es poden veure el sentit de les empentes del terreny sobre el mur.

3.7 Entrada de bigues

A l'edifici tenim bigues jàssera i bigues de vora o d'enrriostament. Les bigues son de geometria rectangular, despenjades i de dimensions 40 x 60 cm

Per inserta una biga s'ha procedit de la següent manera: A la pestanya d'entrades de bigues, ens col·loquem al grup o planta sostre de planta soterrani i em de començar a unir amb bigues els pilars. Cliquem a bigues/murs, entrada de biga i emergeix una finestra on s'ha escollit el tipus de biga que volem utilitzar, de cantell. Una vegada seleccionat, s'han modificat les dimensions i s'han acceptat els canvis. Com que a la pantalla surten els pilars, només s'ha clicat entre dos pilars i s'ha generat la biga que queda compresa entre els mateixos. També s'ha fet ús de les plantilles inserides a l'autocad, dels paràmetres d'inserció i de l'icona d'ortogonalitat del programa.

Quan s'han inserit les bigues, entre les mateixes s'han generat panys.

3.8 Gestió de panys

Cada pany que queda després d'haver insertat les bigues, s'ha de definir. En el cas del nostre edifici s'han definit panys de tres tipus: Lloses massisses de 15 cm d'espessor, sostre unidireccional de biguetes de formigó armat in situ i forats.

Els panys es generen de la següent manera: fem clic, en la pestanya d'entrada de bigues, a panys- gestió de panys i s'ha escollit l'opció que teníem definida al predimensionat de l'estructura. En el cas del sostre de biguetes de formigó armat in situ, s'ha de definit prèviament, indicant el gruix de la capa de compressió, l'intereix, l'ample del nervi, i el material i les dimensions del cassetons. A la figura 3.18 es mostren les dades generals del sostre de biguetes.

Dades de sostre de biguetes

Tipus: Projecte final Grau Riera Gaià

Pany: 27

27 Biguetes

FORJAT DE BIGUETES IN SITU

Cantell de revoltó: 40 cm
 Gruix capa compressió: 10 cm
 Intereix: 50 cm
 Ample del nervi: 20 cm
 Ample de la base: 22 cm
 Revoltó: TFG Riera Gaià
 Pes propi: 6.396 kN/m²

Més dades...

Entrada Biguetes: 10 cm

Desnivell: 0.000 m (Pla base)

Coef. d'encastament: 1.00

Massissat

Per bigueta

Màxim biguetes

Màxim pany

Moments mínims (Coeficients de l'obra)

	S	Negatiu exterior	Negatiu interior	Positiu
Tram aïllat	<input checked="" type="checkbox"/>	-	-	PL2 / 16
Tram extrem	<input checked="" type="checkbox"/>	-	-	PL2 / 12
Tram intermedi	<input checked="" type="checkbox"/>	-	-	PL2 / 16

Modificar moments mínims

Acceptar Cancel·lar

Figura 3.18 Dades dels panys definits com a sostre de biguetes de formigó armat in situ.

També s'ha indicat quins dels panys están destinats a forats de manera que s'han esborrat els panys de les caixes de l'escala, ascensor i rampa.

3.9 Escales i caixa de l'ascensor

S'ha optat per no introduir les escales al cypecad per tal de que no es considerin elements que han de suportar part de l'estructura general. En comptes d'això s'han aplicat les càrregues del pes propi de les escales, de les càrregues mortes de les mateixes i també de la sobrecàrrega d'ús. Una vegada extrets els plànols i la memòria de càlcul si que les hem introduït per tal de que el programa calculés l'armat i també generés medicions i plànols de les mateixes.

La caixa de l'ascensor s'ha definit com un mur sense empentes, sobre sabata correguda centrada, de 20 cm d'espessor.

Introduïts tots els elements que conformen l'estructura podem clicar sobre l'icona de vista 3D de l'edifici que ens mostra el nostre edifici en 3D amb els elements de diferents colors, figura 3.19.

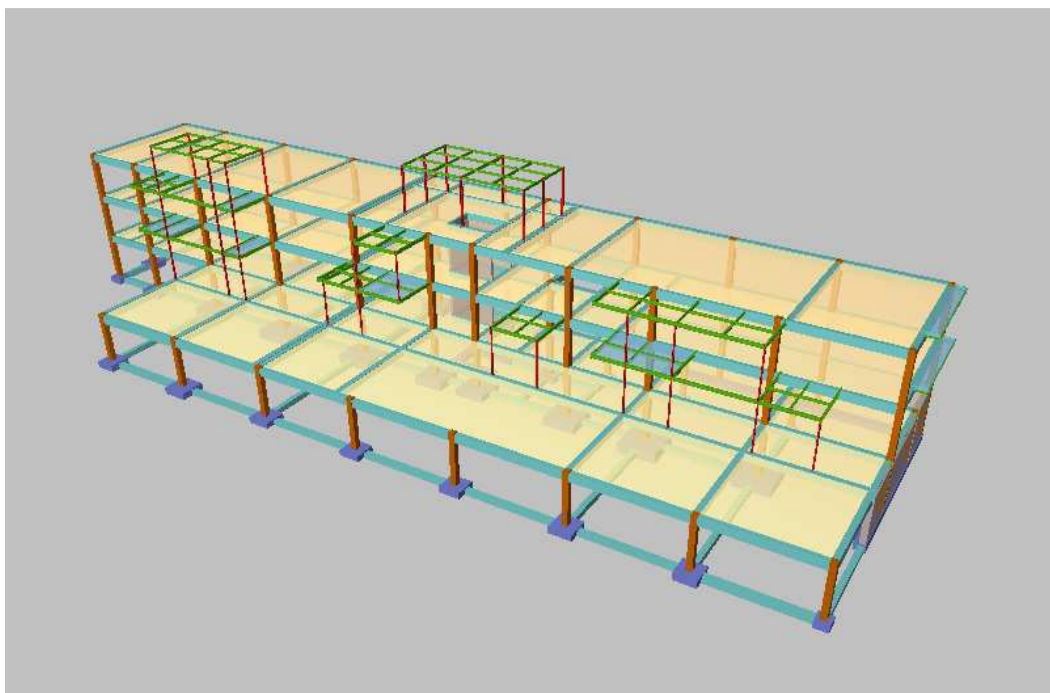


Figura 3.19 Vista 3D de l'edifici totalment modelitzat.

3.10 Accions i combinacions

A l'apartat 2.2 de la present memòria s'ha fet una relació del tipus de càrrega i accions que actuen a l'edifici classificant-les com a permanents i variables.

Les accions han quedat definides a l'apartat de dades generals de l'obra. L'estructura no té en consideració ni el sisme ni la neu, tan sols el vent .

3.10.1 Sobrecàrrega d'ús

Existeixen diferents usos a cada planta de l'edifici. Quan s'ha definit els grups a Cypecad ja s'ha assignat una sobre càrrega d'ús a cada planta. S'ha considerat la càrrega més petita que hi havia a cada planta, de manera que s'han afegit les sobrecàrregues d'ús superficials per tal d'assolir en totes les plantes, per cada zona, la sobrecàrrega que li correspon. Per fer-ho s'ha inclòs la càrrega clicant a càrrega-càrrega- superficial-nova. I s'ha indicat que correspon a la hipòtesis de sobrecàrrega d'ús.

En la mateixa hipòtesis introduïrem a l'arrencada i arribada de l'escala una càrrega lineal corresponent a la sobrecàrrega d'ús de l'escala, que recordem, no es troba insertada al Cypecad.

3.10.2 Càrregues mortes

De la mateixa manera que per la sobrecàrrega d'ús addicional, s'ha d'insertat aquelles càrregues mortes explicades a l'apartat 2.2 de la memòria corresponents als pesos de paviment, envans i fals sostre. S'ha inserta una càrrega lineal a l'arrancada i a l'arribada de les escales. També s'han inclòs les càrregues lineals corresponents al pes de la façana i al dels dos murets de coberta que tenen diferents alçades.

S'ha introduït el pes de les plaques solars a la coberta de l'edifici i de l'ascensor.

La resta d'accions que s'han tingut en compte, com ara el vent, les empentes del terreny, el foc, ja han estat introduïdes en l'apartat de dades generals de l'obra.

3.11 Anàlisi estructural (determinació d'esforços)

Aplicades totes les càrregues i accions que afecten a l'estructura s'ha fet un primer càlcul de l'obra per poder analitzar els errors detectats en quant a disseny de l'estructura. S'ha calculat l'obra sense dimensionar la fonamentació. Prèviament s'ha fet una comprovació de la geometria de l'obra utilitzant el comandament: calcular- geometria del grup. Aquesta opció detecta possibles errors produïts a l'hora de la introducció de l'estructura al programa.

La primera cosa que fa Cypecad es discretitzar l'estructura de manera que els pilars i bigues son barres i els murs, son elements plans. Vegeu a la figura 3.20 com discretitza l'estructura cypecad.

Cypecad calcula mitjançant un càlcul espacial en 3D, per mètodes matricials de rigidesa, formant tots els elements que defineixen l'estructura.

S'estableix la compatibilitat de deformacions en tots els nusos, considerant 6 graus de llibertat i es crea la hipòtesis d'indeformabilitat del pla de cada planta per simular el comportament rígid dels sostres impedit els desplaçaments relatius entre els nusos del mateix diafragma rígid.

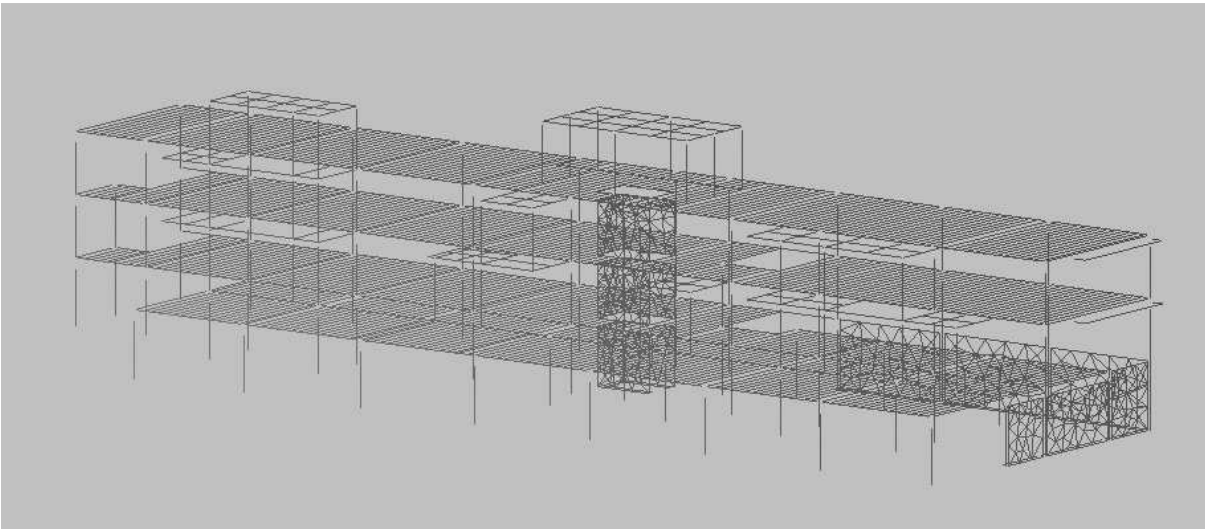


Figura 3.20. Discretització de l'estructura amb Cypecad.

Donat que s'ha realitzat un predimensionat dels elements de l'estructura només s'han hagut d'afegir bigues i pilars en els voladus de la façana ja que no funcionaven gaire bé. Una vegada esmenats aquests errors s'ha tornat a calcular l'obra, aquesta vegada també s'ha dimensionat la fonamentació.

3.12 Armat i comprovacions

Una vegada calculat l'edifici, s'ha arreglat els armats dels elements per facilitar l'execució de l'estructura a l'obra.

3.12.1 Armadures en bigues jàssera i d'enriostrament.

S'ha editat l'armat de les bigues amb la funció: Bigues/murs, editar bigues. Quan cliquem sobre una biga emergeix una finestra amb el dibuix de tota la alineació on es troba la biga per tal de poder editar l'armat. A la figura 3.21 trobem la secció de la biga que es troba entre els pilars P4 i P5 del sostre de la planta Baixa de l'edifici. L'armat de la secció té: armadura superior composta per 3 diàmetres de 12 mm, armadura de pell composta per 2 diàmetres de 8 mm i armadura principal composta per 5 diàmetres de 12 mm i 4 diàmetres de 16 mm.

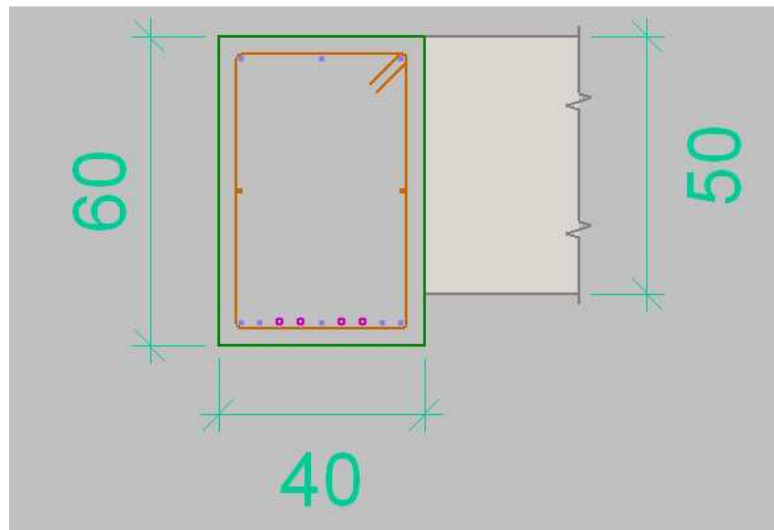


Figura 3.21 Secció de la biga ubicada entre els pilars P4 i P5 al Sostre de la Planta Baixa sense modificar el armats.

L'armat de superior i de pell de la biga es correcte. L'armat inferior és molt atípic i s'ha de arreglat per tal de facilitar l'execució de les bigues a l'obra. En total l'àrea d'armadura inferior es de $13,62 \text{ cm}^2$ per tant, col·locant 5 barres de diàmetre 20 mm s'assoleix aquesta area d'armats. La biga queda armada tal i com es mostra en la figura 3.22. S'ha arreglat l'armat de totes les bigues que componen el sostre una per una.

S'ha tingut en compte les exigències de la EHE-98 en quant a la separació entre barres.

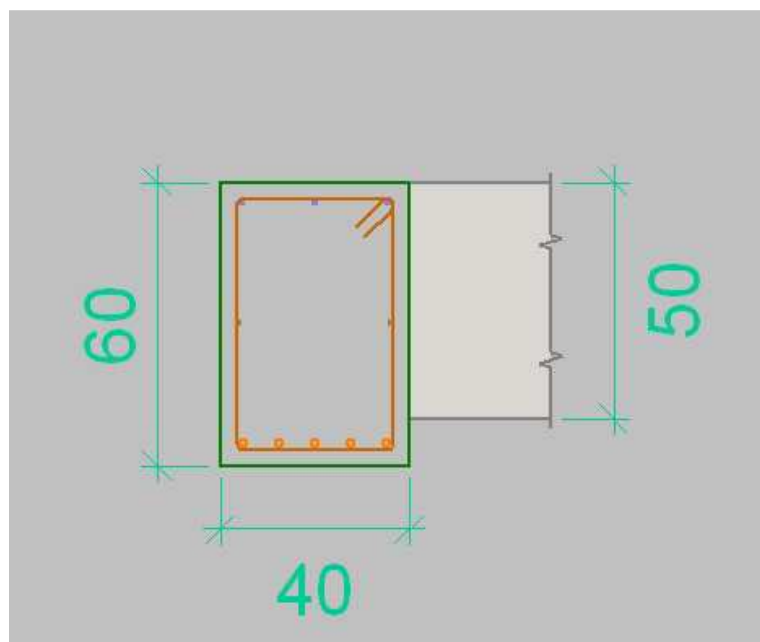


Figura 3.22 Secció de la biga ubicada entre els pilars P4 i P5 al Sostre de la Planta una vegada modificat l'armat.

Al realitzar aquest pas, han quedat esmentats petits errors de càlcul que ha detectat el programa com per exemple l'existència d'estreps de diàmetre 16 mm. Aquest error no es ben bé un error sinó que Cype considera que els estreps no haurien de tenir un diàmetre tan gran ja que es difícil fer cercols amb diàmetres tan elevats. Es podrien deixar sense modificar però s'ha optat per reduir el diàmetre i buscar una separació adient que assumeixi l'esforç de tall.

Realitzant l'edició de l'armat de les bigues s'ha procedit a estudiar la bondat de la geometria de les bigues.

Existeix dos pòrtics del sostre de la planta soterrani que quedaven tan armats que s'ha decidit augmentar el cantell de 60 cm a 65 cm, d'aquesta manera s'han pogut armar adequadament.

3.12.2 Sostres

La manera d'arreglar els armats dels sostres es molt més ràpida que la de les bigues ja que el programa té una opció que permet igualar els positius i els negatius dels sostres considerant que totes les parts del sostre es compensen per poder assumir i transmetre els esforços.

S'han d'igualat els armats de les biguetes que tenen uns esforços que no disten d'un tant per cent del 20%.

3.12.3 Fonaments

- Sabates aïllades.

El càlcul de la fonamentació del programa donava com a resultat més desfavorable una sabata de 90 cm de cantell.

Per facilitar l'execució de la fonamentació s'ha decidit reforçar l'esmenada sabata amb cantell més desfavorable, fent que es reduís el cantell de 90 cm a 85 cm i s'ha fixat 85 cm com a dimensió del cantell de totes les sabates.

Com que el programa calcula les sabates per a cada pilar i no agrupa, s'ha decidit realitzar tres tipus de sabates, de 150x150 cm, de 220x220 cm i de 300x300 cm.

- Bigues centradores i de trabament.

S'han col·locat bigues centradores de dimensió de 40x60 cm i bigues de trabament de 40x40 cm.

3.13 Junta de dilatació

A data d'avui no existeix en Cypecad, la possibilitat d'introduir els passadors tipus Cret Goujon a l'arxiu de càlcul. Per aquesta raó s'ha d'enganyar al programa introduint unes bigues de les quals utilitzarem els esforços que han de suportar per poder establir quin número de passadors necessitem.

S'ha escollit el passador lliscant "Goujon Cret" per a juntes de dilatació d'estructures de formigó armat, està fabricat en acer inoxidable: CrNiMoN d'alta resistència a la corrosió, dúctil, treballat en fred i amb límit elàstic de 750 N/mm².

S'ha de tenir en compte que els passadors s'ubicaran en les bigues

S'han consultat els valors dels tallants que han de transmetre el passadors i es poden observar a la taula següent:

Per poder escollir el model de passador s'ha fet servir la documentació tècnica del producte Goujon Cret de la casa Eding Aps S.L que recull una taula s'escull el model del producte en funció del cantell de la biga i del Tallant que ha d'absorbir.

Taula Esforços tallants a transmetre pels passadors tipus Goujon Cret i model de passador

	Pòrtic	Tallant	Model passador
Sostre Planta Soterrani	Pòrtic 1	215 kN	Cret 140/140V
	Pòrtic 2	467 kN	Cret 155/155V
	Pòrtic 3	185,03 kN	Cret 140/140V
	Pòrtic 4	242 kN	Cret 140/140V
Sostre Planta Baixa	Pòrtic 1	200,70 kN	Cret 140/140V
	Pòrtic 2	262 kN	Cret 140/140V
Sostre Planta Primera	Pòrtic 1	150,05 kN	Cret 140/140V
	Pòrtic 2	204 kN	Cret 140/140V

S'ha decidit col·locar 1 passador model Cret Goujon en cada secció de les bigues dels pòrtics principals que arriben a la junta de dilatació. A més a més es col·locaran 3 passadors intermitjos per assegurar que la fletxa dels pòrtics secundaris, on es troba la junta, deformin de la mateixa manera, aquest seran del model més petit: Cret-122. La disposició dels passadors es pot observar a les figures 4.23 i 3.24

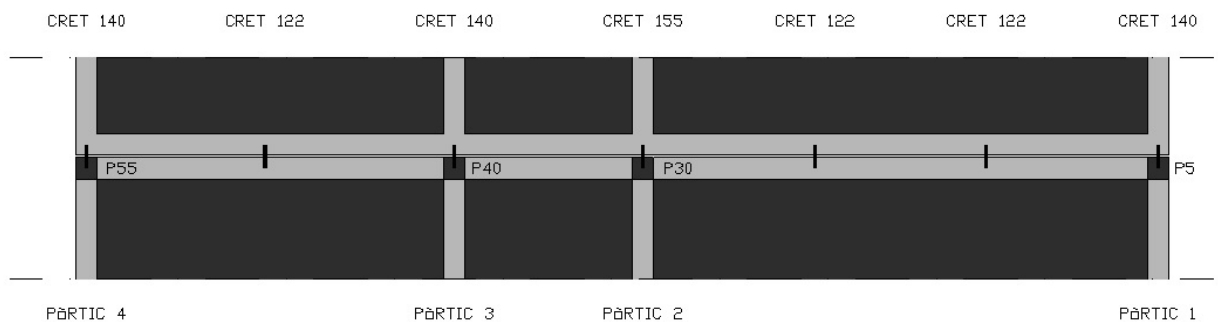


Figura 3.23 disposició de passadors tipus Cret Goujon al Sostre de la planta soterrani.

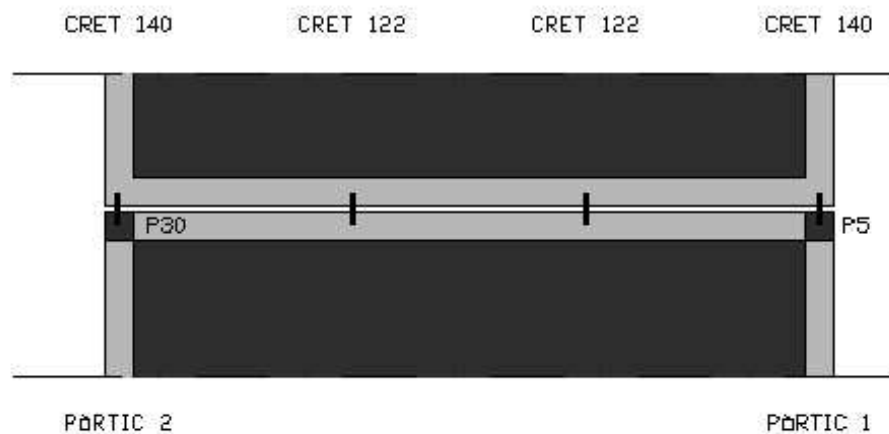


Figura 3.24 Disposició de passadors tipus Cret Goujon als sostres de la Planta Baixa i la Planta Primera.

3.14 Rampa

Existeix una rampa dins de l'escola que comunica la Plana Soterrani amb la planta Baixa. Aquesta rampa reuneix les característiques descrites pel CTE DB SUA Seguretat en la utilització i accessibilitat.

S'ha indicat una resistència al foc de la rampa de R60 que s'ha obtingut gràcies al projectat de pintures intumescentes a l'estructura de la rampa.

La rampa s'ha calculat amb el programa de Cype Nou Metal 3D.

El disseny de la rampa s'ha realitzat de manera independent a l'estructura de formigó perquè no es vol que la rampa hagi de suportar esforços de l'estructura principal.

Primerament s'ha realitzat un croquis amb el disseny de la rampa considerant llums adequades per les càrregues que ha d'aguantar la rampa i que la rampa ha de salvar una altura lliure de 3,52 metres.

Les càrregues de la rampa son les següents:

Permanents

- Pes propi

El pes propi de l'estructura el calcula automàticament el programa una vegada modelitzada l'estructura i correspon a el pes de les barres que conformen la rampa, pilars i bigues.

- Càrregues mortes

Les càrregues mortes considerades han estat el paviment de la rampa i la barana. S'ha considerat que el paviment de la rampa té un pes de 1kN/m^2 i el pes de la barana és de 1kN/m .

Variables

- Sobrecàrrega d'ús.

La sobrecàrrega d'ús de la rampa és de 5kN/m^2 .

La rampa es troba protegida del vent al quedar dins de l'edifici, per la qual cosa no s'ha introduït aquesta hipòtesis de càlcul.

3.14.1 Modelització de la rampa

S'han insertat les barres que conformen la rampa, és a dir, les bigues i els pilars i després s'han anat definint cadascuna d'aquestes barres, indicant quin tipus de perfil les componen, tal i com es pot observar a la figura 3.25 s'ha optat per col·locar pilars tipus HEB i bigues tipus IPE.

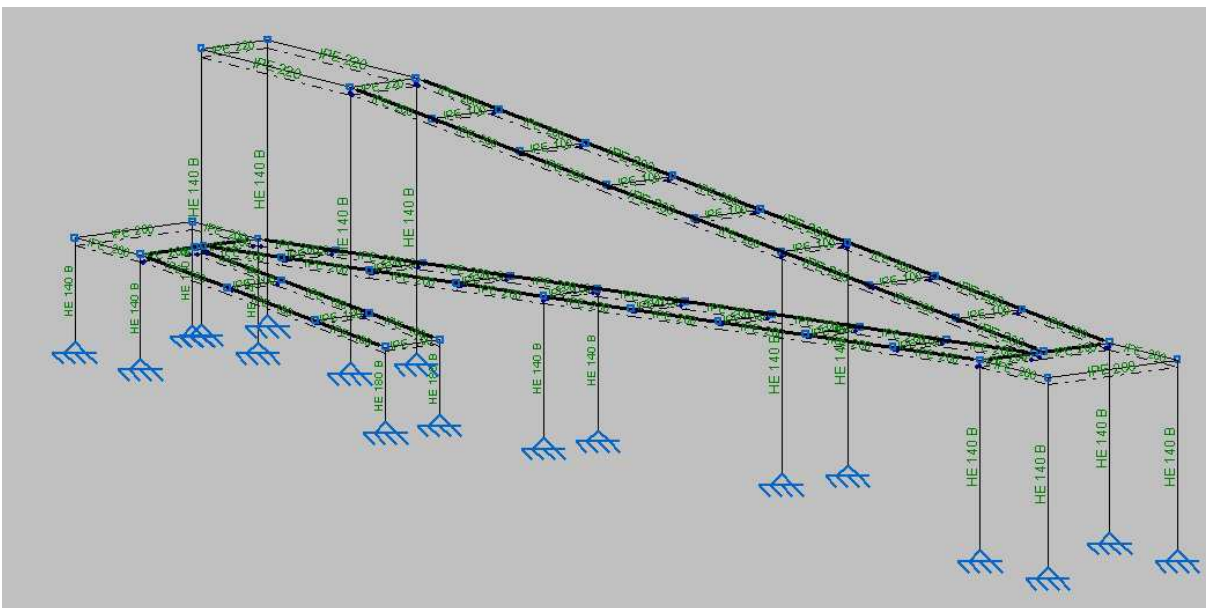


Figura 3.25 Descripció de les barres que conformen la rampa.

S'ha tingut en compte la disposició de les barres per tal de que el programa pogués calcular la unió entre les barres.

Una vegada entrades i definides les barres s'obté la modelització de la rampa tal i com es pot veure a la figura 3.26

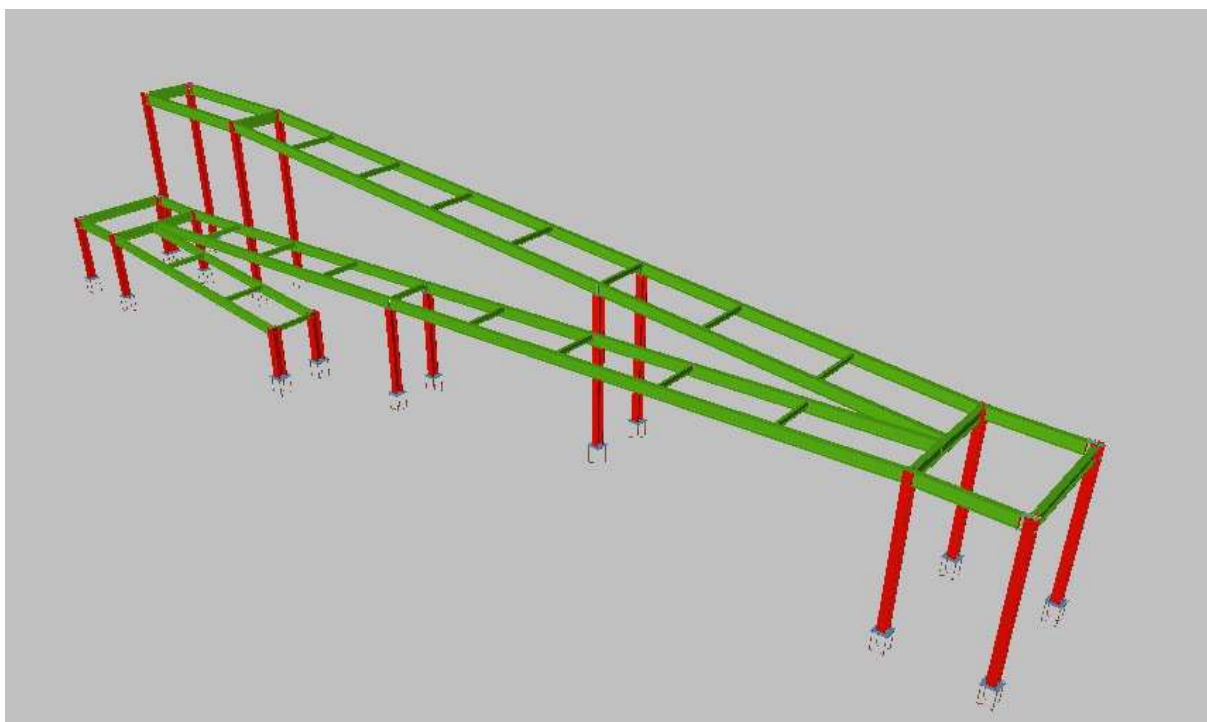


Figura 3.26 Vista de la rampa en tres dimensions

3.14.2 Introducció de càrregues

Les càrregues s'han insertat sobre els panys que s'han creat quan es modelitzava la rampa. En la figura 3.27 s'observa un exemple de com grafia el programa les càrregues sobre els panys.

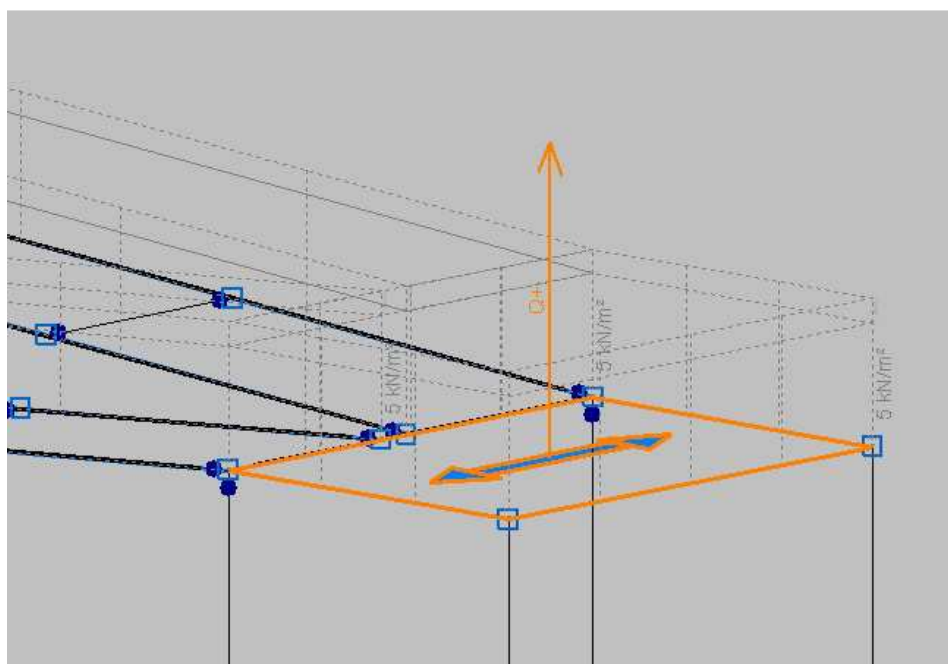


Figura 3.27 Vista de les càrregues sobre un replà de la rampa.

3.14.3 Càlcul de l'estructura

Una vegada modelitzada la rampa i introduïdes les càrregues s'ha fet un primer càlcul de l'estructura demanant al programa que dimensionés les barres. D'aquesta manera s'ha pogut modificar la rampa seguint criteris que unifiquen les barres per facilitar el muntatge de la rampa. Quan s'han introduït les modificacions s'ha fet un segon càlcul de la rampa però s'ha indicat al programa que no canviés la dimensió de les barres. Amb aquest segon càlcul em obtingut la rampa definitiva sense cap error de dimensionat i amb uns perfils unificats.

3.14.4 Càlcul de les unions

S'ha fet un càlcul de les comprovacions de les unions que s'han definit com a unions soldades. A la figura 3.28 trobem un exemple de la modelització d'una unió realitzada pel programa.

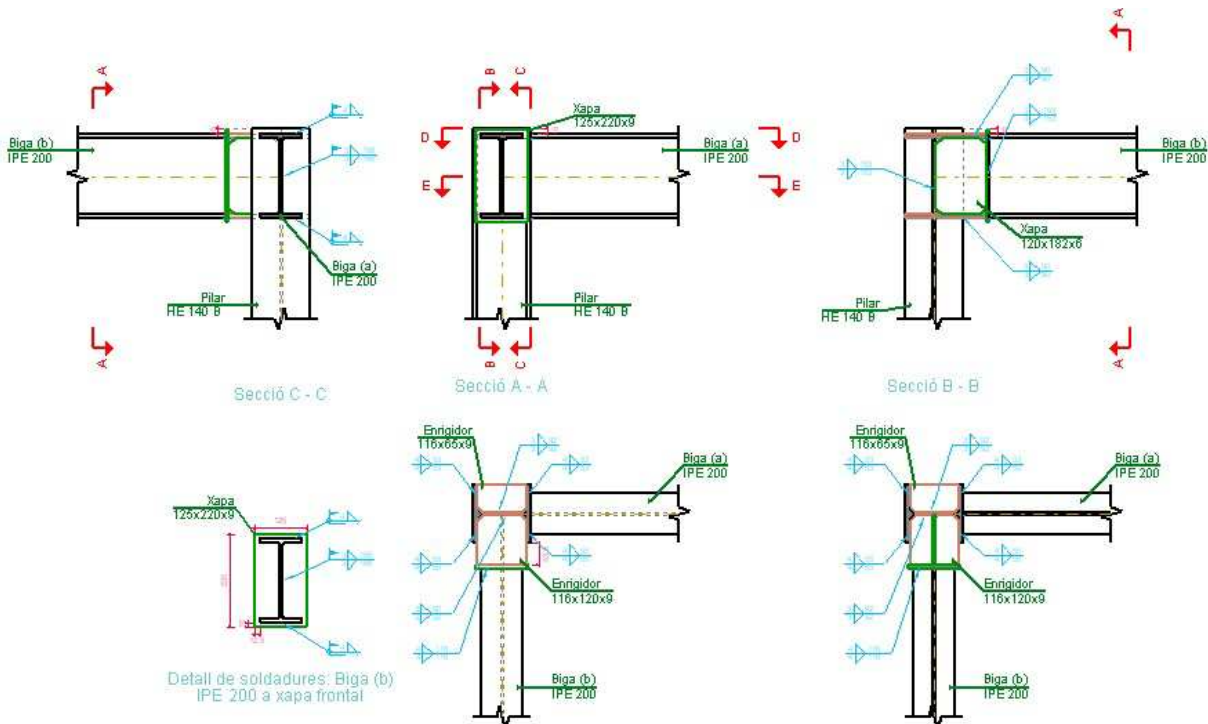


Figura 3.28 Exemple de càlcul d'una unió de la rampa.

3.14.5 Fonamentació

La fonamentació de la rampa la genera el nou metall 3D a partir d'unes primeres indicacions. Per a cada pilar s'ha col·locat una sabata aïllada.

Com que els pilars queden ben a prop uns dels altres hi ha zones en les que s'han realitzat sabates combinades.

La fonamentació de la rampa que genera el programa és la que s'observa a la figura 3.29, no obstant, una vegada calculada, es farà un plànol de fonamentació conjuntament amb l'estructura de formigó.

Les bigues centradores i de trabaments son de dimensió 40 x40 cm.

S'ha fixat com a cantell de les sabates 85 cm com a la resta de la fonamentació de l'estructura de formigó.

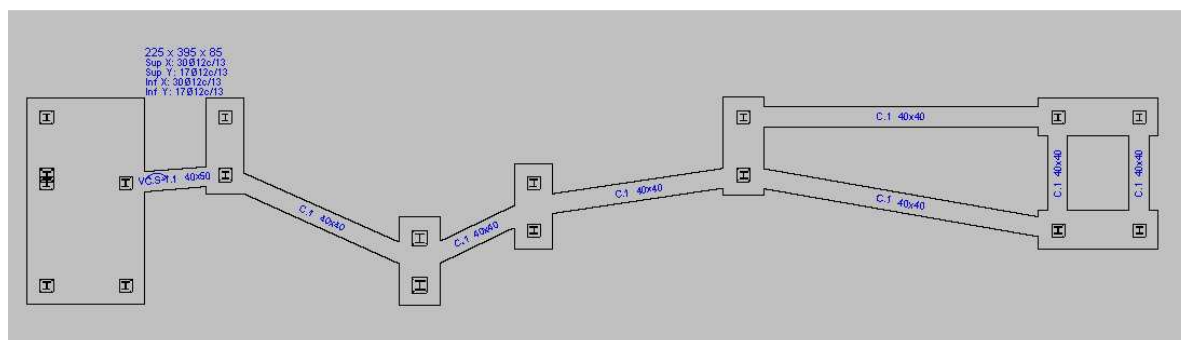


Figura 3.29 Fonamentació de la rampa sense canvis que l'integrin amb la fonamentació de l'estructura de formigó.

3.14.6 Estructura Integrada.

Una vegada realitzat tot el càlcul de la rampa s'ha integrat la rampa en l'arxiu de cypecad mitjançant uns punts de vinculació entre la rampa i l'estructura. Ara tant la rampa com l'estructura de formigó compartiran la fonamentació. Es pot veure l'integració entre les dos estructures a la figura 3.30.

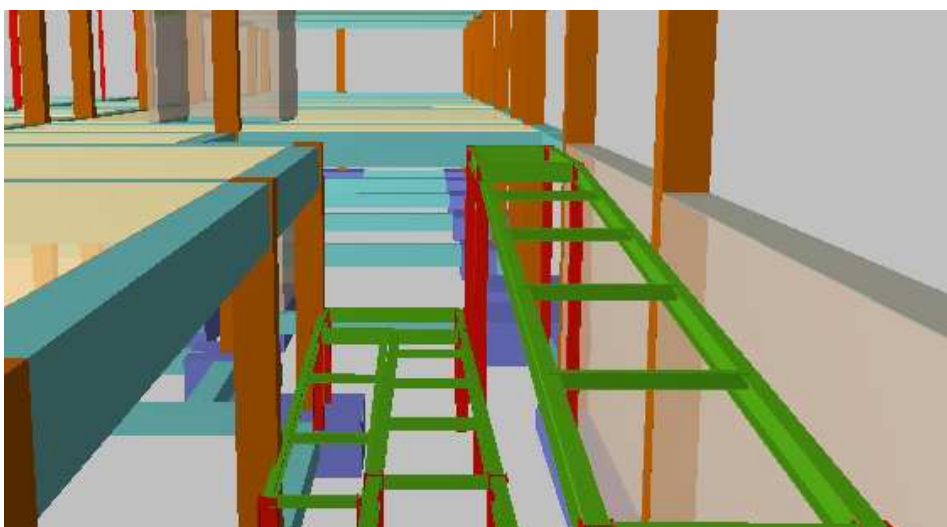


Figura 3.30 Integració de la rampa (color verd) amb la resta de l'estructura de formigó.

4 PROJECTE DE L'ESTRUCTURA

En aquest capítol s'explica el procés d'elaboració de la documentació del projecte que s'inclou en els annexos, és a dir, els plànols, la memòria de càlcul, l'amidament i el pressupost.

4.1 Plànols

Una vegada calculada l'estructura amb els programes s'han exportat els plànols que componen el projecte d'estructures i que es troben a l'annex C.

S'han editat els plànols modificant el tamany y el tipus de lletra, així com els gruixos de les plomilles.

Degut a la dimensió de l'edifici ha estat necessari introduït plànols de grans dimensions per tal de poder observar les dades dels elements estructurals sense que quedessin superposades.

El programa genera molt tipus de plànols i s'ha hagut de realitzar una selecció dels plànols que es fan servir a l'hora d'executar l'obra.

A continuació es fa una breu explicació de les tipologies de plànols que componen l'annex C d'aquest treball.

S'ha imprès un plànol, per a cada sostre, on es mostren els forjats amb els positius, els negatius, lloses amb els seus armats base, pilars referenciats i les dimensions de les bigues. En aquest plànol s'ha inclòs el quadre de característiques dels elements i els detalls constructius de les unions que trobem entre els element del projecte. En general, es tracta del plànol general de l'estructura.

S'ha imprès un plànol amb les unions tipus entre els elements d'acer conformat.

S'ha imprès els plànols amb l'especejament de les bigues que conformen l'estructura, tant les dels pòrtics principals com les dels pòrtics secundaris.

S'ha imprès un plànol de replanteig dels puntós fixos dels pilars de l'estructura.

S'ha imprès el plànol de quadre de pilars amb el quadre de característiques que lo correspon.

S'ha imprès els plànols de l'alçat dels murs de formigó armat.

S'ha imprès els plànols de les escales de l'edifici.

4.2 Memòria de càlcul

Segons l'article 4.2.2 de l'EHE-08, en una memòria del càlcul de l'estructura s'ha de descriure la mateixa i justificar la seva solució estructural aportant les característiques tècniques de cada element. A més a més al tractar-se d'una estructura que queda dins de l'àmbit del Codi Tècnic de l'Edificació el projecte ha d'incloure tot el que s'estableix en el Annexa I de la part I del CTE a continuació trobem una relació de com s'ha elaborat tota la documentació inclosa en el Annex B.

- Memòria descriptiva. Prestacions de l'edifici.

s'ha especificat que el projecte reuneix totes les exigències mínimes que estableix la normativa.

- Memòria constructiva. Sistema estructural

S'estableixen les dades i hipòtesis de partida del programa de necessitats, les bases de càlcul i procediments utilitzats per a tots els elements utilitzats

- Compliment del CTE. Seguretat estructural

Aquest apartat el genera l'editor de memòries el programa Cype una vegada calculada l'estructura. De manera que s'ha exportat la documentació d'aquesta manera.

- Càlcul de l'estructura

S'han imprès els llistats de l'obra des del programa Cypecad. Aquest llistat inclouen càlculs i comprovacions realitzades a l'estructura. S'ha tingut cura d'exportar només la informació necessària ja que el programa en genera molta quantitat de documentació i no tota es necessària ja que molta queda inclosa als plànols de l'estructura.

S'han exportat el llistat en referència a les combinacions utilitzades en el càlcul on es mostren els coeficients de majoració de càrregues per a cada estat límit últim E.L.U.

S'ha exportat l'amidament dels armats dels forjat de biguetes ja que es un document que ajuda al ferralla de l'obra a veure l'especejament i li facilita el pressupost.

S'ha exportat la comprovació de la resistència al foc dels elements que conformen l'estructura.

4.3 Amidament i pressupost

Per realitzar el document que inclou els amidaments i el pressupost, document annex D, s'ha fet ús del programa anomenat Arquímedes de Cype. Des de Cypecad s'han exportat els amidament i el pressupost al Arquímedes.

S'ha indicat la localització de l'obra així com altres paràmetres com el terme municipal en el que es troba i les característiques del solar en referència a l'accessibilitat, la topografia, la situació econòmica actual, el tipus d'edifici i la situació. Alguns d'aquest paràmetres son els que s'observen a la figura 4.1

Accessibilitat <input type="radio"/> Molt bona <input checked="" type="radio"/> Bona <input type="radio"/> Normal <input type="radio"/> Dificultat mitja <input type="radio"/> Dificultat alta	Topografia <input type="radio"/> Plana <input checked="" type="radio"/> Amb desnivells mínims <input type="radio"/> Amb desnivells acusats <input type="radio"/> Accidentada <input type="radio"/> Molt accidentada	Mercat <input type="radio"/> En alça <input type="radio"/> Creixement moderat <input type="radio"/> Creixement sostingut (normal) <input type="radio"/> Recessió moderada <input checked="" type="radio"/> Recessió acusada (crisis)
Tipus d'habitatge <input type="radio"/> Unifamiliar <input type="radio"/> Adossades <input type="radio"/> Plurfamiliars <input checked="" type="radio"/> Altres usos	Situació <input type="radio"/> Entre mitgeres <input type="radio"/> En xamfrà <input checked="" type="radio"/> Aïllat	

Figura 4.1 Paràmetres per calcular el pressupost de la fonamentació i l'estructura.

Una vegada introduïts les dades demanades pel programa Arquímedes s'ha obert l'arbre de descomposició amb els capítols i partides que componen la fonamentació i l'estructura de l'obra.

S'han introduït les modificacions oportunes resultants de fer una junta estructural amb passadors de manera que s'ha descomptat el formigó armat de les bigues fictícies que s'han generat per tal d'obtenir el tallant que han de transmetre els passadors i s'han inclòs els propis passadors.

S'han afegit els perfils que componen la rampa així com els elements constructius com ancoratges i plaques d'unions.

S'ha fet un estudi de la fonamentació resultant de la unió entre la fonamentació de la rampa i la de l'estructura de formigó.

Com que es tracta d'un centre d'ús públic, construït per a l'administració cal incloure, a més a més de l'amidament i el pressupost, la descomposició dels preus de les partides i el full resum on s'inclouen els honoraris dels arquitectes, les despeses generals i l'IVA. Donant el valor del PEC, pressupost d'execució per contracta.

En concret el pressupost d'execució material de l'execució de l'estructura puja a 394.887,70 €.

5 COST ENERGÈTIC I EMISSIONS DE CO₂

Espanya és un dels països que s'ha compromès a complir les exigències en vers al protocol de Kioto que es troba en vigor des de l'any 2005 i que té per objecte reduir les emissions de sis gasos, entre ells el Co₂, que engronsen la capa de l'atmosfera que atrapa la radiació solar causant l'escalfament global.

Cada vegada hi ha més consciència social en vers a la sostenibilitat de manera que es procura realitzar les coses pensant en les necessitats d'avui però sense esgotar els recursos de demà.

La construcció sostenible es basa en l'aprofitament dels recursos naturals amb la finalitat de minimitzar l'impacte ambiental, gestiona i reutilitza els materials durant el procés de construcció i cicle de vida de l'edifici. Per exemple: Es construeix evitant els ponts tèrmics i a nivell constructiu això implica la col·locació d'un aïllament que a priori, té un cost energètic però que queda compensat en el cicle de vida de l'edifici perquè, gracies a l'aïllament l'edifici consumirà menys recursos per a la calefacció.

Cal dir que el sector de la construcció és un dels sectors que generen mes emissions de Co₂ i que s'ha de començar a pensar en el dia de demà, quan hi haurà sobre població i pocs recursos.

S'ha realitzat una valoració del cost energètic de l'estructura projectada gràcies al mòdul del programa Cype anomenat Arquímedes, que dona la opció de fer un anàlisi del cicle de vida.

El programa dona realitza dos càlculs.

Calcula l'energia incorporada, que és la quantitat d'energia consumida en el procés de fabricació e instal·lació dels productes. El càlcul inclou l'energia de l'extracció de les matèries primeres, el transport a la fàbrica, l'elaboració dels materials, el transport dels productes a l'obra i el procés d'instal·lació del producte.

L'energia consumida per l'execució de l'estructura és de 7.091.104,84 MJ, que equival aproximadament al consum de 4200 habitatges en el període de un mes. A la figura 5.1 es mostra la comparació entre la energia emprada per realitzar els fonaments i l'energia emprada per executar l'estructura. Si es té en compte el preu del kWh de 0,124400€/kWh el cost energètic de l'estructura ascendeix a 246.997,36 €.

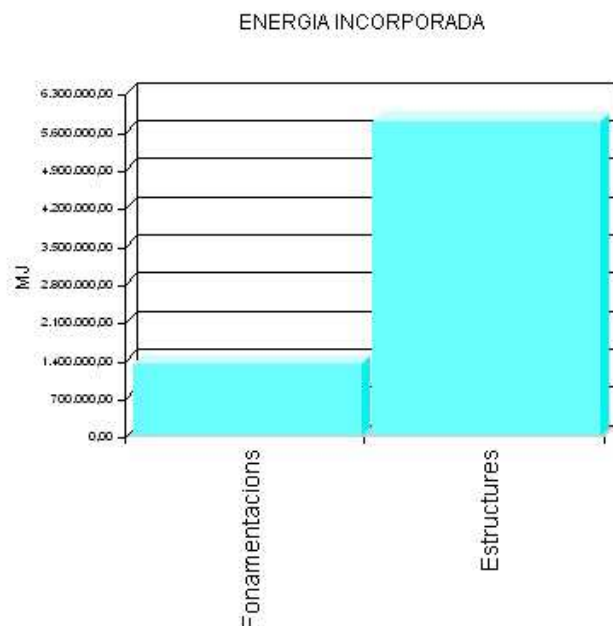


Figura 5.1 Energia consumida.

L'altre paràmetre que calcula el programa són les emissions de CO₂ equivalent que serveix per indicar el potencial d'escalfament global de cadascun dels gasos d'efecte hivernacle. Segons el programa les emissions de CO₂ equivalents ascendeixen a 582,16 T.

La quantitat de CO₂ que en resulta de la construcció de l'edifici equival a 2.910.000 cotxes realitzant un recorregut de 1Km.

A la figura 5.2 trobem una gràfica amb la comparació de les emissions de CO₂ degudes a la fonamentació i degudes a l'estructura.

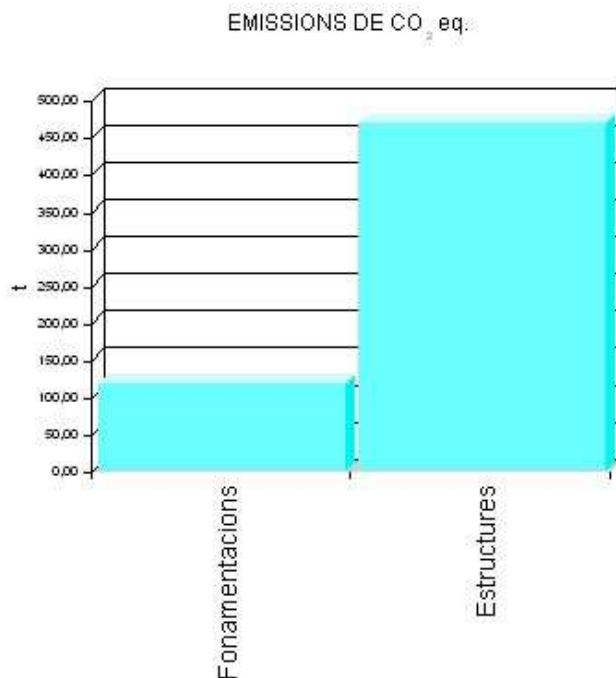


Figura 5.2 Emissions de CO₂ equivalents

6 CONCLUSIONS

Segons la metodologia per la elaboració del Treball Final de Grau, a continuació s'enumeren les conclusions de cadascuna de les etapes que s'han seguit per la realització del disseny i càlcul estructural de l'edifici.

6.1 Relatives a la definició de la solució estructural

Donada la tipologia d'edifici, per unes càrregues tan grans i unes llums molt amples, que en resulten de la necessitat de realitzar plantes diàfanos que permetin canvis funcionals de l'edifici, en resulten sostres i bigues de grans dimensions.

L'estructura dissenyada funciona encara que la tipologia de sostres no es la més adient ja que normalment les escoles es construeixen amb elements prefabricats que abarateixen el cost i el termini d'execució. L'estructura proposta de formigó armat in situ ha permès un millor aprofitament del programa de càlcul.

De cara a definir la rampa, també he de considerar que no quedem suficientment preparats a l'escola per tenir un criteri de construcció d'elements metàl·lics d'aquesta tipologia. Per poder definir la rampa he hagut de tantejar moltes solucions diferents, fins trobar una que tingués equilibri entre cost i funcionalitat, es a dir, que conformés una rampa mitjanament optimitzada i que, a la vegada, fos construïble tenint en compte que els perfils s'han de soldar.

6.2 Relatives a la utilització del programes de càlcul

El programa Cypecad sembla, a priori, un programa molt senzill d'utilitzar i que dona moltes facilitats pel fet d'aplicar totes les normatives que afecten. La modelització de l'edifici es senzilla sempre i quan hagi elaborat unes bones plantilles amb el programa Autocat.

Es troba a faltar que els comandaments per afegir elements a les llistes per definir sostres, revoltos, etcètera siguin una mica més intuïtius.

A mesura que vas realitzant canvis en la modelització i afegint combinacions, el temps que tarda en realitzar el càlcul va en augment. Per exemple, quan vaig fer el primer càlcul de l'estructura el càlcul es completava en aproximadament 12 minuts, mentre que, al afegir elements que a priori creia que no em feien falta com per exemple la caixa de l'ascensor i al afinar més els paràmetres de càlcul s'ha augmentat fins a 18 minuts, temps considerable si tenim en compte que cada vegada que optimitzes l'estructura has de realitzar el càlcul.

En conclusió, crec que el Cypecad es un bon programa de càlcul però que s'ha de combinar amb l'experiència professional per tal d'evitar estructures sobredimensionades i/o mal resoltes.

El Metall 3D és molt senzill d'utilitzar però dona molts errors que s'han de saber reparar en quant a la modelització de l'estructura.

L'estructura s'entra al programa sense la necessitat d'haver realitzat unes plantilles prèviament. Es a dir, vas modelant, tenint en compte les geometries i les distàncies entre barres que has de tenir coquitades en un full apart.

Té limitacions a l'hora de fer el càlcul de les unions entre els elements metàl·lics si les unions són una mica singulars.

El programa calcula l'estructura ràpidament i també té en compte les normatives aplicades.

Personalment m'agrada més el càlcul amb Nou Metall 3D perquè el trobo molt complet, molt més senzill d'utilitzar que el Cypecad i més ràpid, no obstant, qualsevol dels dos programes són tan intuïtius que m'han permès a mi, que no tenia cap experiència amb cap dels

programes, aprendre a utilitzar-los ràpidament sense tenir una gran preparació prèvia amb l'ajuda dels manuals que integren els programes.

6.3 Relatives al projecte de l'estructura

El projecte d'estructura està compost per la memòria de càlcul, els plànols, l'amidament i el pressupost.

La memòria de càlcul conté els resultats obtinguts amb el Cypecad i de la informació que demana el CTE i la EHE per al càlcul d'una estructura.

Quan s'exporten els plànols amb el cypecad, encara queda molta feina per donat per acabats els plànols. Aquesta tasca consisteix en l'elaboració de la maquetació dels plànols, edició del tamany i del tipus de font dels textos, edició dels gruixos de les plumilles per tal de que, al imprimir els plànols, es vegin totes les dimensions i siguin fàcilment localitzables a l'obra.

Els amidaments exportats son molt exactes però s'ha hagut de realitzar certs canvis en algunes partides pel fet de no haver introduït les escales ni la rampa. També hi ha hagut modificacions fruit de la junta de dilatació resolta amb passadors.

6.4 Relatives al cost energètic

El consum d'energia es major a la fase de l'estructura que a la de la fonamentació. De igual manera, les emissions de CO2 també són més elevades a la fase de l'execució de l'estructura que en la fase de fonamentació.

7 BIBLIOGRAFIA I WEBGRAFIA

- Bibliografia

DB SE AE Documento Básico Seguridad Estructural Acciones en la Edificación. CTE.

EHE-08 Instrucción del Hormigón armado. Ministerio de fomento 2008.

NCSE-02 Norma de Construcción sismo-resistente. Ministerio de fomento.

Edición corregida y ampliada de Números Gordos en el proyecto de estructuras.

Manual Imprescindible CYPE 2010 Cálculo de estructuras de hormigón con Cypecad.

- Webgrafia

Fitxa tècnica dels Passadors tipus Cret Goujon

http://www.edingaps.com/soluciones_constructivas/goujon-cret-solucion-estructural-en-juntas-de-dilatacion

Fitxa tècnica de Cassetons de poliestirè expandit a mida.

http://www.fanosa.com/fanosa/productos/construccion_caseton.html

AGRAÏMENTS

A la meva tutora Isabel Serrà per la seva implicació en el meu projecte final de grau, cosa que demostra que encara queden docents que tenen passió per la seva professió, i per les facilitats que m'ha donat a l'hora de quedar per revisar i resoldre dubtes que no han estat pocs.

A tot el departament de Construccions Arquitectòniques II que ha participat en les tutories que es realitzen en aquesta línia de Treball Final de Grau ja que, qui més qui menys, tothom m'ha aportat quelcom sobre la meva solució estructural.

Als meus companys de projecte final de grau que han amenitzat les tutories realitzades i que han sigut un bon recolzament a l'hora d'intercanviar inquietuds en especial a la Paula.

A la empresa Cype per facilitar-nos una llicència temporal per poder-ne fer ús dels seus programes durant la realització del treball.

A Joaquin Gonzalez-Rojas que cada dia em demostra l'àmplia varietat de rames que contempla la nostra professió i que m'encomana les ganes de dedicar-me.

A Sergio Torrubia Caravaca per assessorar-me en quant a l'escalfament global.

A Alberto Ruiz López per la paciència que ha tingut aquest últims mesos.

A Alan Bernal Lanau sense el qual potser no hagués pogut acabar els meus estudis universitaris.

A la meva àvia Matilde que cada dia, des de fa molts anys, em pregunta si ja he acabat la carrera.

A Maria Victoria Pérez Hijano, la millor professora i persona que he conegut la qual em va acompanyar sense esperar res a canvi en el pitjor moment de la meva vida i em va empènyer cap endavant quan tot va passar. Aquestes coses mai s'obliden.

A tots,

Moltes gràcies.

Contingut del CD

El CD conté:

- Un primer arxiu en .pdf que conté el resum.
- Un segon arxiu en .pdf que conté tot el treball (memòria, resum i annexes) en un únic document.
- S'inclou un tercer .pdf amb la traducció a una tercera llengua (Anglès). "Traducció tercera llengua"