

Treball final de grau

Estudi: GRAU EN ARQUITECTURA TÈCNICA I EDIFICACIÓ

Títol:

COMPORTAMENT ESTRUCTURAL DEL SISTEMA D'ENTRAMAT LLEUGER DE FUSTA

Document: Resum del treball

Alumne: Gemma Sanchís i Blanco

Tutor: Miquel Llorens i Sulivera

Departament: Enginyeria Mecànica i de la Construcció Industrial

Àrea: Mecànica de Medis Continus i Teoria de les Estructures.

Convocatòria (mes/any): Juny/2023

El sistema d'entramat lleuger de fusta (Light Timber Frame) és un sistema de construcció prefabricat en sec format per peces de fusta molt esveltes i fines, separades a una distància curta entre elles, uns 40-60 cms i fixades amb marcs tancats (frames) o gelosies.

Tenen un component estable, però per arribar a assolir l'estabilitat general de l'estructura, s'han d'arriostrar els entramats mitjançant els panells de tancament.

L'arriostrament de les diferents parts que formen l'entramat es realitza amb fixacions mecàniques.

Els sistema constructiu d'entramat lleuger de fusta és una manera de construir la qual fa 20 anys era quasi impensable a l'estat espanyol, però és una tècnica molt utilitzada en altres països del món com E.E.U.U., Canadà i el Nord d'Europa.

La "cultura del totxo" i la interiorització de que les vivendes de fusta no són tant resistents ni duradores con les d'obra, ja que poden patir atacs de plagues d'insectes, patir bolcaments amb grans ventades o que es poden cremar fàcilment, no han ajudat a incorporar la fusta com a principal material de construcció.

A l'última dècada hem vist de manera més habitual com les construccions lleugeres de fusta entraven en el mercat de l'edificació a Espanya.

Són varis els motius per els quals aquest sistema ha entrat dins del mercat de la vivenda.

Els més importants són: la rapidesa de muntatge, ja que és un sistema prefabricat i ve de la cultura "redymade", es a dir, llest per muntar, la calidesa de les edificacions i la facilitat d'aïllar aquestes construccions i com a resultat aconseguir una "Passive House", concepte que avui en dia està en el cap de gairebé tothom que vol construir un habitatge.

La fusta té unes propietats que la fan un molt bon material de construcció.

A part de les seves propietats mecàniques com la compressió paral·lela a les fibres i la resistència a la flexió en la direcció perpendicular a les fibres, té altres propietats que fan que sigui un excel·lent material de construcció com les seves propietats acústiques, ja que és un material que amorteix el so, i les propietats que té davant els sismes, degut a les seves deformacions elàstiques.

És un material que encara que sigui combustible, té la capacitat de resistir davant del foc, ja que quan es crema, es carbonitza i la mateixa carbonització forma una capa que la protegeix del foc, i al tenir una baixa capacitat tèrmica, poden resistir al foc durant temps superiors a altres materials de construcció.

La secció d'un element constructiu, com bigues, jàsseres, pilars, és pot calcular despès d'estar exposat al foc durant un temps determinat, per tant és pot calcular les resistències que poden suportar aquest element amb un temps determinat d'exposició al foc.

Aquest treball consta de dos documents.

1- El primer document és una memòria on vull explicar com és calcula un sistema d'entramat lleuger de fusta. Per fer-ho, primer he explicat els diferents tipus d'entramats que hi ha, els materials amb els que es construeix i les parts que formen el sistema d'entramat lleuger.

Després he analitzat tota la normativa espanyola i europea obligatòria i no obligatòria referent a les estructures d'entramat lleuger i dels elements que la componen.

Posteriorment m'he centrat en l'eix vertebrador d'aquest document, que és estudiar el comportament estructural del sistema d'entramat lleuger de fusta.

Ho he fet a partir d'un projecte existent d'una petita edificació d'una planta de forma rectangular, la qual ja ha estat calculada prèviament, en la que no disposava dels càlculs però sí de les dimensions dels elements que formen l'esquelet de l'edifici: bigues, jàssera, muntants i dorments, que formen l'estructura de l'edifici.

Amb aquestes dades he calculat els elements i sistemes constructius que formen l'edifici.

A partir del disseny de l'edifici i de les càrregues a les que està sotmès que són les accions verticals produïdes per el pes propi i càrregues i sobrecàrregues permanents i variables i de les accions horitzontals produïdes pel vent, he fet el càlcul estructural de l'edifici basant-me en el mètode simplificat que proposa la normativa Eurocòdig 5 i el CTE DB SE-M

He començat calculant els elements que formen els forjats; les bigues de fusta.

He comprovat que la secció de les bigues, definida en el projecte era la necessària per suportar les càrregues a les que està sotmès l'edifici tenint en compte la separació entre-eix d'aquestes.

També he calculat les seccions d'una jàssera que hi ha per permetre que hi hagi una gran obertura, i els pilars que l'aguanten.

Posteriorment he comprovat que la secció dels elements anteriorment citats compleixin les exigències de resistència a foc del CTE DB SI.

Després he calculat el muntants del edifici, de secció petita i molt esvelts, col·locats a una distància curta entre ells.

Els muntants de l'edifici, treballen conjuntament amb els panells estructurals de tancament de OSB. Els panells fan la funció d'arriostament dels muntants de la façana del edifici.

Una vegada els panells i els muntants estan ben units treballen conjuntament com un diafragma rígid que ha de garantir i aportar estabilitat al sistema, es a dir, ha de transferir les càrregues verticals i horitzontals al terra i han de ser resistents al desquadrament.

Per tal de poder resistir a aquest desquadrament els panells han d'estar units a l' entramat de fusta en tot el seu perímetre mitjançant elements mecànics de fixació. Aquests elements de fixació s'han de calcular (saber a quina distància han d'estar col·locats tan en el perímetre, horitzontalment, entre panells) per saber si aguantarà als esforços als que està exposat.

En aquest document he fet el càlcul per tal de comprovar que els murs que formen l'edifici són capaços de resistir les forces d'esllavissament i de bolcada provocades per la força horitzontal del vent.

També he comprovat els diafragmes de forjat i de coberta, que han d'aguantar les empentes produïdes per les forces horitzontals del vent i evitar el pandeig lateral de les bigues de vora.

Per últim he comprovat quin ha de ser el gruix mínim dels panells de tancament segons les seves resistències.

2- El segon document del treball és un document Excel format per varies fulles de càlcul.

Aquestes fulles de càlcul tenen com a objectiu dimensionar i calcular automàticament una estructura d'entramat lleuger de fusta.

Hi ha dos fulls de càlcul en els que s'introdueixen les dades a calcular i dona uns resultats.

Aquests fulls són:

- **Càlcul de bigues, jàsseres i pilars:** És un full de càlcul que calcula els forjats rectangulars construïts amb bigues i jàsseres de fusta. En el cas que hi hagi una jàssera, calcula les seccions dels pilars que la suportaran.

En el full de càlcul s'ha d'introduir les següents dades:

- Pes propi i càrregues permanents i variables que ha de suportar el forjat a calcular.
- Tipus de fusta a utilitzar.
- Llum de les bigues.
- Distància entre-eix de les bigues.
- Classe de servei en el que es troba l'estructura.
- Duració de la càrrega a que està sotmesa.
- En el cas de voler calcular una jàssera s'ha de dir la llum que té aquesta.
- Temps d'exposició al foc que ha de suportar l'estructura.

Com a resultats el full de càlcul donarà:

- La secció de les bigues que suportaran els esforços tensionals: flexió, tallant i bolcada (si fos necessari) i s'ha d'escollir una secció. Les seccions que apareixen són seccions de bigues que ja compleixen els esforços tensionals. A partir d'aquí, segons la biga que s'esculli el full de càlcul calcularà:
 - La fletxa que tindran les bigues.
 - Si serà capaç de suportar una situació extraordinària d'incendi durant el temps escollit.
- En el cas que hi hagi una jàssera calcular, el full de càlcul donarà per una llista amb varies seccions de jàsseres. Només apareixeran en la llista seccions de jàssera que suportin els esforços tensionals a les que està sotmès, una vegada escollida una secció, calcularà les fletxes i si serà capaç de resistir el temps d'exposició al foc al que se li demani.

- **Càlcul pla de coberta/forjats i murs:** Aquest full Excel calcula els murs d'un edifici d'entramat lleuger de fusta de forma rectangular, en el que s'han d'introduir les següents dades:

- Dimensions de l'edifici:
 - Llargada.
 - Amplada.
 - Número de plantes.
 - Alçada de les plantes.
- Grau d'aspror del terreny: perquè calculi la força del vent.
- Tipus de fusta, secció i distància entre-eix dels muntants que formen l'entramat.
- Dimensions i gruix dels panells que formen els murs de tancament.
- Seleccionar el model de connectors (claus) que s'utilitzaran per clavar el panell als muntants.
- S'han d'introduir en un quadre les mides que formen els trams de cada façana de l'edifici, entenent per tram, la distància que hi ha d'una cantonada fins a una obertura (porta o finestra) o des d'una obertura a una altra obertura.

El full de càlcul donarà els següents resultats:

- Si els muntants aguanten les forces verticals i horitzontals als que està sotmesos. Càrrega i vent.
- Comprovació del pla de coberta:
 - La secció mínima de les bigues de vora.
 - Ample mínim del gruix del panell de coberta
 - Distància entre els connectors perimetrals de la coberta

- Distància entre connectors que uneixen panell i muntants verticals i horitzontals per tal que els murs treballin com a diafragmes rígids i siguin capaços de resistir l'esllavissament i la bolcada a la que estan sotmesos.
- Gruix mínim del panell de façana.

Amb aquest full Excel es pot calcular un edifici rectangular de Planta baixa + 3 plantes de pis, i fins a tres trams de murs per façana.

La resta dels fulls de càlcul, són fulls auxiliars en els que he introduït les fórmules per poder calcular els resultats dels altres dos fulls.

En aquests fulls auxiliars, he anat fent una explicació dels càlculs que he realitzar perquè s'entengui d'on surten els resultats finals.

Aquest full Excel pretén ser una eina per resoldre de manera ràpida un càlcul d'una estructura d'entramat lleuger de fusta.

La forma rectangular amb la que he fet el càlcul, és la base per a molts altres tipus de construccions formades a partir de volums rectangulars.