

PROYECTO FINAL DE GRADO

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE
TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES
BASADAS EN EL PROTOTIPO
ÉBRICKHOUSE**

GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA

CURSO 2014/2015

AUTOR: SANTI BELLMUNT CONDE

TUTORA: TERESA GALLEGO NAVARRO



**UNIVERSITAT
JAUME•I**

TABLA DE CONTENIDO

Indice de ilustraciones	5
Indice de tablas	8
1 - Introducción	11
2 - Objetivos.....	12
3 - Estudio del arte.....	13
3.1 - Evolución del hormigón armado	13
3.2 – Evolución del acero.....	17
3.3 – Evolución del steel-Frame	23
4 - Caso de estudio	25
5 - Características	39
5.1 - Estructura de hormigón armado	39
5.2 - Estructura de acero	40
5.3 - Estructura de Steel-Frame.....	41
6 – Cálculos basados en el prototipo.....	42
6.1 - Consideraciones previas.....	42
6.2 - Estructura de hormigón armado	45
6.3 - Estructura de acero	74
6.4 - Estructura Steel-Frame.....	103
7 - Proceso Constructivo.....	112
7.1 - Estructura de hormigón armado	112
7.2 - Estructura de acero	115
7.3 - Estructura Steel-Frame.....	118
8 - Programación	125
8.1 - Estructura de hormigón armado	125
8.2 - Estructura de acero	126
8.3 - Estructura Steel-Frame.....	127
9 - Presupuesto.....	128
9.1 - Estructura de hormigón armado	128
9.2 - Estructura de acero	129
9.3 - Estructura de Steel-Frame.....	130
10 - Seguridad.....	139
10.1 - Estructura de hormigón armado	139

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

10.2 - Estructura de Acero	144
10.3 - Estructura Steel-Frame.....	147
11 - Control de Calidad	149
11.1 - Estructura de hormigón armado	149
11.2 - Estructura de acero	151
11.3 - Estructura de Steel-Frame.....	153
12 - Aspecto Medioambiental	154
12.1 - Estructura de hormigón armado	155
11.2 - Estructura de acero	157
11.3 - Estructura de Steel-Frame.....	160
12 - Conclusiones.....	162
13 - Propuestas de continuidad.....	164
14 - Bibliografía.....	165
14.1 - Normativa.....	165
14.2 - Libros y publicaciones.....	165
14.3 - Proyectos y manuales.....	165
14.4 - Catálogos y bases de datos	166
14.5 - pagina web	166
Anexo 1 - Detalles estructura de hormigón armado.....	168
Anexo 2 – Detalles estructura de acero	175
Anexo 3 – Detalles estructura Steel-Frame.....	192
Anexo 4 – Programación estructura de hormigón armado	200
Anexo 5 – Programación estructura de acero.....	202
Anexo 6 – Programación estructura de Steel-Frame	204
Anexo 7 – Presupuesto estructura hormigón armado.....	206
Anexo 8 – Presupuesto estructura de acero	223

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Casa de hormigón para John White, Swanscombe, Kent, 1835; Fuente: Concrete through the ages (British cement association).....	13
Ilustración 2 Almacén de vinos y licores, Bridge Street, Rading, Berkshire, 1870; Fuente: Concrete through the ages (britsh cement association).....	14
Ilustración 3 Detalle constructivo de hormigón armado de Hennebique; Fuente: De la construcción a los proyectos (James Strike).....	15
Ilustración 4 Fábrica de piensos Weaver & Company, muelle norte, Swansea, 1897-1898; Fuente: Concrete Through the ages (British Cement Association).....	16
Ilustración 5 Edificio Ingall's en Cincinnati, 1902; fuente: wikipedia.....	16
Ilustración 6 Puente sobre el rio Severn, Coalbrookdale, Inglaterra, 1775; Fuente: arquitecturaenacero.org.....	17
Ilustración 7 Reconstrucción de la cúpula de la Halle au Blé, 1811; fuente: arquitecturaenacero.org.....	18
Ilustración 8 Biblioteca Sainte Genevieve (1851) Fuente: aruqitecturaenacero.org.....	19
Ilustración 9 Biblioteca Nationale (1858-68); Fuente: aruitecturaenacero.org.....	19
Ilustración 10 Crystal Palace 1851; Fuente: de la construcción a los proyotos (James Stike).....	21
Ilustración 11 Palacio de vidrio, Auguste von voit, munich, 1854; Fuente: de la construcción a los proyectos (James Strike).....	21
Ilustración 12 Torre eiffel, paris, 1888-89; Fuente: arquitecturaenacero.org.....	22
Ilustración 13 Galeria de maquinas, Paris, 1889; Fuente: aruqitecturaenacero.org.....	22
Ilustración 14 Ejemplo de construcción con entramado de madera; Fuenta: planreforma.com.....	23
Ilustración 15 Primer prototipo de steel-Frame, chicago, 1933; Fuente: Manual steel Framing (Alacero).....	24
Ilustración 16 Foto del equipo equipo VIA-UJI en Versailles; Fuente: fotografías del grupo.....	25
Ilustración 17 Main structural frame made in rolled steel, together with galvanized steel frame in the walls' substructure; Fuente: eBRICKhouse project manual.....	26
Ilustración 18 Desglose de los módulos del prototipo; Fuente: eBRICKhouse project manual.....	27
Ilustración 19 Cimentación de zapatas aisladas con apoyos metálicos regulables; Fuente: eBRICKhouse project manual.....	28
Ilustración 20 Render de los módulos en steel-frame; Fuente: eBRICKhouse project manual.....	29
Ilustración 21 Despiece de la fachada; Fuente: eBRICKhouse project manual.....	31
Ilustración 22 Montaje de la cara interior de la pared; Fuente: eBRICKhouse project manual.....	31
Ilustración 23 vista interior de los módulos durante el montaje; Fuente: eBRICKhouse project manual.....	32
Ilustración 24 Render del modulo 3x8; Fuente: eBRICKhouse project manual.....	33
Ilustración 25 Render del modulo de 2x4; Fuente: eBRICKhouse project manual.....	34

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

Ilustración 26 Detalle de las capas exteriores de la fachada del prototipo; Fuente: eBRICKhouse project manual	35
Ilustración 27 Detalle de la fachada ventilada; Fuente: eBRICKhouse project manual....	36
Ilustración 28 Montaje de la fachada ventilada durante el concurso; Fuente: eBRICKhouse project manual	36
Ilustración 29 Render de las protecciones solares en la fachada sur y norte; Fuente: eBRICKhouse project manual	37
Ilustración 30 Acabado de las protecciones solares en fachada norte; Fuente: eBRICKhouse project manua	38
Ilustración 31 Acabado de la fachada sur; Fuente: eBRICKhouse project manual	38
Ilustración 32 Diagrama de esfuerzos del pórtico 3; fuente: CYPECAD	61
Ilustración 33 Diagrama de esfuerzos en pórtico 3; Fuente: CYPECAD	68
Ilustración 34 Diagrama de esfuerzos del pórtico 3; Fuente: CYPECAD	92
Ilustración 35 Diagrama de esfuerzos del pórtico 3; Fuente: CYPECAD	98
Ilustración 36 Grafico C.4.4. del manual de Steel Framing con cargas del fojado bajo cubierta; Fuente: Original del proyecto	106
Ilustración 37 Grafico C.4.4. del manual de Steel Framing con cargas del forjado sanitario; Fuente: original del proyecto	107
Ilustración 38 Grafico C.4.5.1 del manual de Steel Framing para cargas a compresión en pilares; Fuente: Manual de steel Framming de Alacero	109
Ilustración 39 Grafico C.5.9. del manual de Steel Framming de interacción de cargas para el cálculo de montantes M3; Fuente: Original del proyecto.....	110
Ilustración 40 Grafico C.5.10. del manual de steel framming de interacción de cargas para el calculo de montantes M3, incremento en carga a compresión; Fuente: Original del proyecto.....	110
Ilustración 41 Grafico C.5.9. del manual de Steel Framming de interacción de cargas para el calculo de montantes M3, incremento en la carga de viento; Fuente: Original del proyecto.....	111
Ilustración 42 Armado de cimentación y arranque de pilare; Fuente: http://esquedaelementos1.blogspot.com.es/2011/07/cimentaciones.html	112
Ilustración 43 Vibrador de aguja para hormigón; Fuente: Fuente: http://www.alquilereselling.com/hormigon/	113
Ilustración 44 Bloqueo de los huecos de bovedilla previo al hormigonado; Fuente: http://www.enriquealario.com/ejecucion-de-forjados-unidireccionales/	113
Ilustración 45 Curado del hormigón de pilare; Fuente: http://www.enriquealario.com/ejecucion-de-forjados-unidireccionales/	114
Ilustración 46 Detalle de máquina de oxicorte; Fuente: www.oxilaser.com	115
Ilustración 47 Apoyo provisional con puntales de viga metálica; Fuente: epachon.wordpress.com	116
Ilustración 48 Ejemplo de estructura con uniones soldadas; Fuente: blog.prefire.es	117
Ilustración 49 Detalle de anclaje de estructura a cimentación; Fuente: Manual de Steel Framing.....	118
Ilustración 50 Detalle de arriostramiento con paneles en cara exterior y cinta metálica en car interior; Fuente: Manual de steel framing	120
Ilustración 51 Detalle de unión entre muros; Fuente: Manual de Steel Framming	121

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

Ilustración 52 Detalle unión de forjado con muro resistente; Fuente: Manual de steel framing	122
Ilustración 53 Detalle de empalme de viguetas para luces superiores a 4m o cuando sea necesario; Fuente: Manual de Steel Framming	122
Ilustración 54 Detalle de montaje de viga dintel; Fuente: Manual de steel framing ..	123
Ilustración 55 Montaje de estructura mixta con acero laminado en caliente y steel-frame utilizada en el prototipo ÉBRICKhouse; Fuente: Fotos del equipo	124
Ilustración 56 Montaje de revestimiento de OSB sobre Steel-Frame; Fuente: fotos del equipo.....	124
Ilustración 57 Advertencia de riesgo de caída al mismo nivel; Fuente: www.ahb.es.....	140
Ilustración 58 Barandilla de protección; Fuente: www.jeypesa.com	140
Ilustración 59 – Trabajo desde plataforma de hormigonado; Fuente: Construmatica...	141
Ilustración 60 Casco de seguridad; Fuente: Senyals.com.....	141
Ilustración 61 Guantes de seguridad; Fuente: comprentuciedad.com.....	142
Ilustración 62 Gafas de seguridad; Fuente: lacasadelaconstrucción.com.....	142
Ilustración 63 Botas de seguridad; Fuente: blog.botascat.com	142
Ilustración 64 Trabajador aplicando hormigón si protección adecuada; Fuente: cdc.gov	143
Ilustración 65 Correcto transporte de viga metálica mediante grúa; Fuente: parqueciencias.com.....	145
Ilustración 66 Equipo de seguridad para soldador; Fuente: sites.amarillasinternet.com	146
Ilustración 67 Error en la colocación de las esperas de pilar; Fuente: teoríadelaconstrucción.net.....	149
Ilustración 68 Realización del ensayo del cono de Abrahams para comprbar la fluidez del hormigón; Fuente: argosdc.com	150
Ilustración 69 Marcado de perfil IPE200 en taller para su fácil identificación posterior; Fuente: marcado-grabado.es	151
Ilustración 70 Comprobación mediante ultrasonidos de soldadura; Fuente: metalactual.com.....	152
Ilustración 71 Producción de acero en horno eléctrico a partir fundamentalmente de chatarra; Fuente: Informe 2013 sobre el reciclado del acero en la industria siderúrgica española.....	158
Ilustración 72 Principales usos del acero; Fuente: Informe 2013 sobre el reciclado del acero en la industria siderúrgica española.....	159

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Acciones consideradas; Fuente: CYPECAD.....	45
Tabla 2 Coeficientes para el CÁLCULO de las cargas de viento; Fuente: CYPECAD	46
Tabla 3 Anchos de banda a considerar para el calculo de cargas del viento; Fuente: CYPECAD	47
Tabla 4 Cargas de viento; Fuente: CYPECAD	47
Tabla 5 Resistencia al FUEGO; Fuente: CYPECAD	48
Tabla 6 Hipotesis de carga a considerar en el calculo de estructura; Fuente: CYPECAD..	48
Tabla 7 Cargas lineales; Fuente: CYPECAD	49
Tabla 8 Estados LÍMITE; Fuente: CYPECAD.....	50
Tabla 9 Coeficientes de seguridad y combinación para el cálculo de ELU; Fuente: CYPECAD	51
Tabla 10 Tensiones sobre el terreno; Fuente: CYPECAD.....	51
Tabla 11 Coeficientes parciales de seguridad; Fuente: CYPECAD	52
Tabla 12 Datos de grupos y plantas; Fuente: CYPECAD	52
Tabla 13 Datos de pilares 1; Fuente: CYPECAD	53
Tabla 14 Datos de pilares 2; Fuente: CYPECAD	53
Tabla 15 Características de los aceros; Fuente: CYPECAD	54
Tabla 16 Características de los aceros; Fuente: CYPECAD	55
Tabla 17 Armado y esfuerzos en pilares; Fuente: CYPECAD	56
Tabla 18 Acciones consideradas; Fuente: CYPECAD	74
Tabla 19 Coeficientes para el cálculo de la carga de viento; Fuente: CYPECAD	75
Tabla 20 Anchos de banda considerados para el cálculo de la carga de viento; Fuente: CYPECAD	75
Tabla 21 – Cargas de viento a considerar; Fuente: CYPECAD	76
Tabla 22 – Resistencia al fuego; Fuente: CYPECAD	76
Tabla 23 Hipótesis de carga a considerar; Fuente: CYPECAD.....	77
Tabla 24 Cargas lineales; Fuente: CYPECAD	77
Tabla 25 Estados limite; Fuente: CYPECAD	79
Tabla 26 Coeficiente de seguridad y combinación para el cálculo de ELU en hormigón estructural; Fuente: CYPECAD	80
Tabla 27 Coeficientes de seguridad y combinación para el cálculo de ELU en hormigón de cimentación; Fuente: CYPECAD.....	80
Tabla 28 Coeficientes de seguridad y combinación para el cálculo de ELU en acero; Fuente: CYPECAD.....	81
Tabla 29 Coeficientes de seguridad y combinación para el cálculo de ELU en acero en caso accidental; ; Fuente: CYPECAD	81
Tabla 30 Tensiones sobre el terreno; Fuente: CYPECAD.....	82
Tabla 31 Acciones variables sin sismo; Fuente: CYPECAD.....	82
Tabla 32 Datos geométricos de grupos y plantas; Fuente: CYPECAD	82
Tabla 33 Datos geométricos de pilares; Fuente: CYPECAD	83
Tabla 34 Datos de pilares; Fuente: CYPECAD	84
Tabla 35 Características del acero en perfiles; Fuente: CYPECAD.....	84
Tabla 36 Características del acero en perfiles; Fuente: CYPECAD.....	85

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

Tabla 37 Tipología y esfuerzos en pilares; Fuente: CYPECAD.....	86
Tabla 38 Cumplimiento del límite de aplicación del manual de Steel Framing; Fuente: original del proyecto.....	103
Tabla 39 Características geométricas brutas de los perfiles montantes y vigas; Fuente: Tabla B.2.1 del manual de Steel-Framing.....	103
Tabla 40 Características geométricas brutas de los perfiles U y solera; Fuente: Tabla B.2.2. del manual de Steel Framing.....	104
Tabla 41 Presupuesto estructura hormigón armado; Fuente: Original del proyecto.....	128
Tabla 42 Presupuesto estructura acero; Fuente: Original del proyecto.....	129
Tabla 43 Medición muro oeste, tramo C-F1; Fuente: Original del proyecto.....	130
Tabla 44 Medición muro intermedio, tramo C-F1; Fuente: Original del proyecto.....	131
Tabla 45 Medición muro este, tramo C-F1; Fuente: Original del proyecto.....	131
Tabla 46 Medición muro sur 1, tramo C-F1; Fuente: Original del proyecto.....	131
Tabla 47 Medición muro sur 2, tramo C-F1; Fuente: Original del proyecto.....	132
Tabla 48 Medición muro norte, tramo C-F1; Fuente: Original del proyecto.....	132
Tabla 49 Medición muro norte 2, tramo C-F1; Fuente: Original del proyecto.....	132
Tabla 50 Medición de los muros en la obra, tramo C-F1; Fuente: Original del proyecto.....	133
Tabla 51 Medición forjado sanitario; Fuente: Original del proyecto.....	133
Tabla 52 Medición muro oeste, tramo F1-F2; Fuente: Original del proyecto.....	134
Tabla 53 Medición del muro intermedio, tramo F1-F2; Fuente: Original del proyecto.....	134
Tabla 54 Medición de muro este, tramo F1-F2; Fuente: Original del proyecto.....	135
Tabla 55 Medición muro sur 1, tramo F1-F2; Fuente: Original del proyecto.....	135
Tabla 56 Medición muro sur 2, tramo F1-F2; Fuente: Original del proyecto.....	135
Tabla 57 Medición muro norte 1, tramo F1-F2; Fuente: Original del proyecto.....	136
Tabla 58 Medición muro norte 2, tramo F1-F2; Fuente: Original del proyecto.....	136
Tabla 59 Medición total de muro, tramo F1-F2; Fuente: Original del proyecto.....	136
Tabla 60 Medición de forjado bajo cubierta; Fuente: Original del proyecto.....	137
Tabla 61 Resumen de mediciones de obra, Fuente: original del proyecto.....	137
Tabla 62 Presupuesto estructura Steel-Frame; Fuente: original del proyecto.....	138
Tabla 63 Resumen de los impactos medioambientales por material; Fuente: Informe de la construcción Vol.60, 506,25-34.....	154
Tabla 64 Impacto medioambiental de la fabricación de aceros para estructura de hormigón armado; Fuente: original del proyecto.....	155
Tabla 65 Impacto medioambiental de los componentes del hormigón para estructura de hormigón armado; Fuente original del proyecto.....	155
Tabla 66 Impacto medioambiental de los componentes del hormigón de limpieza para estructura de hormigón armado; Fuente: original del proyecto.....	155
Tabla 67 Impacto medioambiental en la fabricación de acero para estructura de acero; Fuente: original del proyecto.....	157
Tabla 68 Impacto medioambiental de los componentes del hormigón en estructura de acero; Fuente: original del proyecto.....	157
Tabla 69 Impacto medioambiental de los componentes del hormigón de limpieza en estructura de acero; Fuente: original del proyecto.....	157

**Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS
ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE**

Tabla 70 Impacto medioambiental en la fabricación de las piezas utilizadas en la construcción del Steel-Frame; Fuente: original del proyecto160

Tabla 71 Impacto medioambiental en la fabricación de tableros OSB para estructuras de Steel-Frame; Fuente: original del proyecto.....160

Tabla 72 Impacto medioambiental en la fabricación de hormigón para estructura de Steel-Frame; Fuente: original del proyecto.....160

Tabla 73 Impacto medioambiental en la fabricación de hormigón de limpieza para estructura de Steel-Frame; Fuente: original del proyecto160

Tabla 74 Análisis comparativo de los datos obtenidos durante el proyecto; Fuente: original del proyecto.....162

1 - INTRODUCCIÓN

En este proyecto se va a estudiar las diferencias entre diversos tipos de estructuras. Para esto se tomará como base de la construcción el prototipo ÉBRICKhouse que fue diseñado y construido por los miembros del equipo VIA-UJI, de los que me cuento entre ellos, para el concurso Solar Decathlon 2014. Se tomará como caso de estudio como si este mismo prototipo se fuera a construir, no como vivienda modular transportable, que fue el caso para el concurso, sino como vivienda fija en parcela aislada aquí en la zona de Castellón. El estudio se centrará en 3 tipos de estructuras, estructura de hormigón armado, siendo esta la más utilizada actualmente en el territorio español, estructura de acero laminado en caliente, similar a la utilizada en la construcción del prototipo original y por último estructura de acero laminado en frío, normalmente denominada Steel Frame (aunque técnicamente la estructura de acero laminado en caliente también es Steel Frame), siendo este el sistema de menor utilización en nuestro entorno, aunque se trata de un sistema muy extendido sobretodo en países donde la cultura tradicional era de construcción con entramados de madera. Estas tres tipologías se compararan en diversos apartados tales como peso de la estructura, presupuesto, facilidad de ejecución, proceso de construcción, control de calidad necesario, seguridad en su ejecución, impacto medioambiental de los materiales utilizados y facilidad de reciclado de estos una vez terminada su vida útil.

2 - OBJETIVOS

- Conocer la historia de la construcción y como se desarrollo el uso del acero dentro de la misma
- Conocer otros procesos constructivos que aunque sean típicos en otros países no lo son en el nuestro
- Conocer otros materiales y procesos constructivos
- Conocer posibles aplicaciones de la construcción en acero (comparativa hormigón)
- Comparar las diferentes repercusiones que tiene en la construcción una estructura metálica frente a una de hormigón armado
- Dar a conocer su aplicación en el proyecto éBRICKhouse

3 - ESTUDIO DEL ARTE

En primer lugar vamos a hacer una introducción de los materiales y su historia, de cómo se empezaron a utilizar para usos estructurales y su evolución en estos primeros años tras su introducción. Este apartado no sirve de comparación sino para empezar a conocer los materiales que se están considerando.

3.1 - EVOLUCIÓN DEL HORMIGÓN ARMADO

Podemos encontrar los orígenes del hormigón tal y como se conoce hoy en día en las patentes de Joseph Aspdin, aunque ya hay muestras del uso de aglomerados del cemento en la antigua Roma, pero fueron estas patentes basadas en experimentos para conseguir un cemento artificial por calcinación de mezclas de caliza y arcilla las que concluyeron en la patente de 1824 con el calificativo de “cemento Portland”, este nombre viene dado al intento de imitar con este cemento la apariencia de los sillares de piedra de Portland.

Después de esta patente, siguió una época de experimentación liderada por Gran Bretaña, Francia y Estados Unidos. En un ambiente de rivalidad y competición se registraron numerosas patentes, muchas de ellas separadas únicamente por una singularidad difícil de distinguir.

La primera casa de hormigón se construyó en 1835 para John White en Swanscombe, Kent; de hormigón estaban hechos los muros, las tejas, los marcos de las ventallas y los detalles decorativos. La intención en este proyecto era que al finalizar tuviera un aspecto similar o incluso el mismo que cualquier otra casa victoriana pero sustituyendo los materiales convencionales por hormigón.



Ilustración 1 Casa de hormigón para John White, Swanscombe, Kent, 1835; Fuente: Concrete through the ages (British cement association)

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

A partir de 1850, el contratista francés François Coignet desarrolló una técnica para reforzar las estructuras reticuladas de hierro que consistía en embeberlas en hormigón. Su primera aplicación fue una villa de hormigón construida en 1853 en el número 72 de la Rue Charles-Michels en Saint-Denis.

La naturaleza incombustible del hormigón se aprovechó para la construcción de fábricas de algodón y lana. El almacén de vinos y licores, un almacén para materiales combustibles, levantado hacia 1870 fue una de las mayores construcciones de hormigón realizadas en Gran Bretaña en aquella época.



Ilustración 2 Almacén de vinos y licores, Bridge Street, Rading, Berkshire, 1870; Fuente: Concrete through the ages (britsh cement association)

La primera patente que se podría decir es el origen del hormigón armado es la registrada por William Wilkinson, un constructor de Newcastle poco conocido. En su patente de 1854, Wilkinson, describía el trazado de las armaduras dentro del hormigón y señalaba que el hierro, colocado en la parte inferior, trabajaba a tracción.

No obstante, fue François Hennebique quien transformó el hormigón armado en su sistema de construcción convincente. Hennebique, constructor francés, comprendió las posibilidades del hormigón armado y realizó experimentos exhaustivos que llevaron a su patente de 1892. Esta patente mostraba su método de hacer los nudos para conseguir un sistema monolítico de hormigón armado.

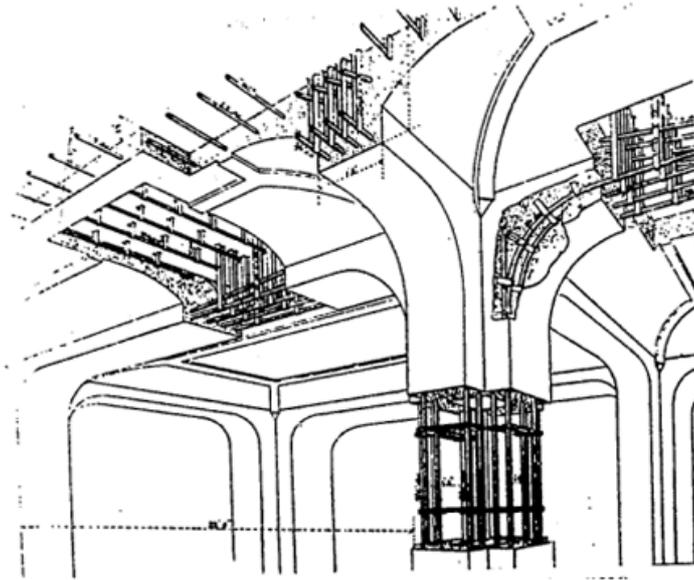


Ilustración 3 Detalle constructivo de hormigón armado de Hennebique; Fuente: De la construcción a los proyectos (James Strike)

Hennebique realizó varios proyectos más y su empresa llegó a asociarse a la idea de la normalización en los detalles del hormigón armado; en 1897, su socio Louis-Goustaue Mouchel creó en Londres una firma de ingeniería civil especializada en el uso de un hormigón armado bautizado como “ferroconcrete Mouchel-Hennebique”. El primer edificio que se construyó con este sistema fue la fábrica de piensos Weaver & company.

La fábrica Weaver, levantada entre 1897-1898 en el muelle norte de Swansea, constituye un hito importante en la evolución de la construcción con hormigón armado, ya que fue el primer edificio que puso de manifiesto los rasgos de diseño inherentes al uso de este material. En él se dio expresión al sistema estructural el hormigón se dejó visto. La superficie exterior de este material se cepilló ligeramente después de desencofrar para conseguir un acabado con el árido visto. Sin embargo lo más significativo era el vuelo de 4.25 metros de la ménsula estructural de perfil curvo que cubría la zona de carga. Este elemento tan destacado, que soportaba las 670 toneladas de peso de la crujía final, ponía de manifiesto la importancia de los esfuerzos a tracción en el hormigón armado, y su forma demostraba el conocimiento de las fuerzas que actúan dentro de la estructura.

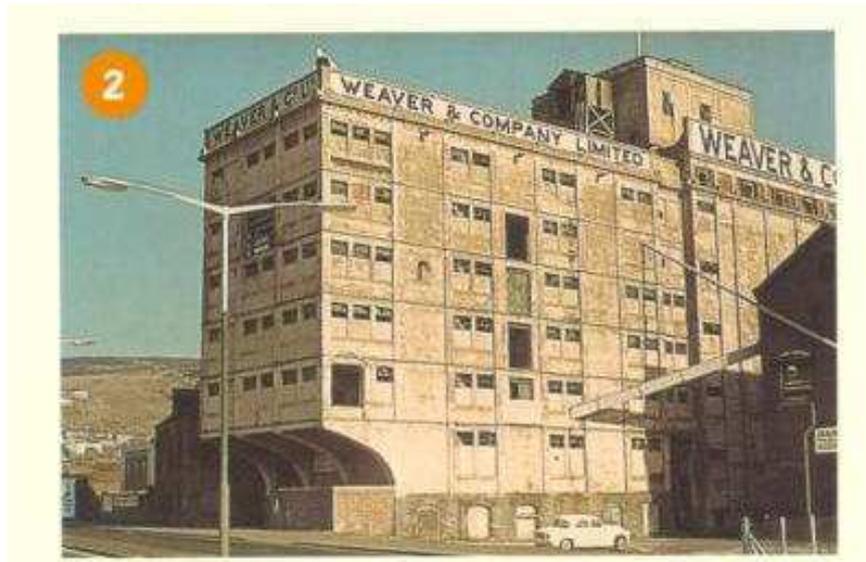


Ilustración 4 Fábrica de piensos Weaver & Company, muelle norte, Swansea, 1897-1898; Fuente: Concrete Through the ages (British Cement Association)

En Estado Unidos, la confianza en el uso estructural del hormigón armado llevó a la construcción en 1902 del edificio Ingalls en Cincinnati, de 16 plantas de altura, se considera el primer rascacielos construido con estructura de hormigón armado. Fue realizado por la constructora Ferro-Concrete Construction Company, para la que actuó como ingeniero de empresa Ernest Leslie Ransome. El edificio, proyectado por los arquitectos Elzner y Anderson, propagó las ya demostradas posibilidades estructurales del hormigón armado.



Ilustración 5 Edificio Ingall's en Cincinnati, 1902; fuente: wikipedia

3.2 – EVOLUCIÓN DEL ACERO

- **USOS AISLADOS**

Aunque en la antigüedad fue usado eventualmente como elemento de trabazón, el hierro no es usado como material propio de la construcción hasta el siglo XVIII. Un ejemplo del uso temprano de elementos de hierro lo encontramos en la obra de Claude Perrault y Charles Le Brun que utilizan refuerzos de hierro en la columnata del Louvre (1670). También desarrolla un papel estructural significativo en la construcción de la catedral de San Pablo en Londres (1675-1710) donde se colocaron dos grandes cadenas de hierro rodeando y limitando los empujes de la cúpula de fábrica de ladrillo. Ambos ejemplos ponen de manifiesto los atributos del material y los aportes que han representado el hierro y el acero a la construcción.

- **PRIMERAS ESTRUCTURAS**

Luego de un intento fallido de construir un puente en hierro sobre el Ródano en 1755, limitado por la imposibilidad de fundir piezas de las dimensiones requeridas, se construye el primer puente sobre el río Severn, en Coalbrookdale, Shropshire, Inglaterra, en 1775. Reconocido como el primer puente con estructura de hierro, el Iron Bridge salva una luz de 30m y fue construido siguiendo un concepto estructural que se acerca más a la madera que al acero.

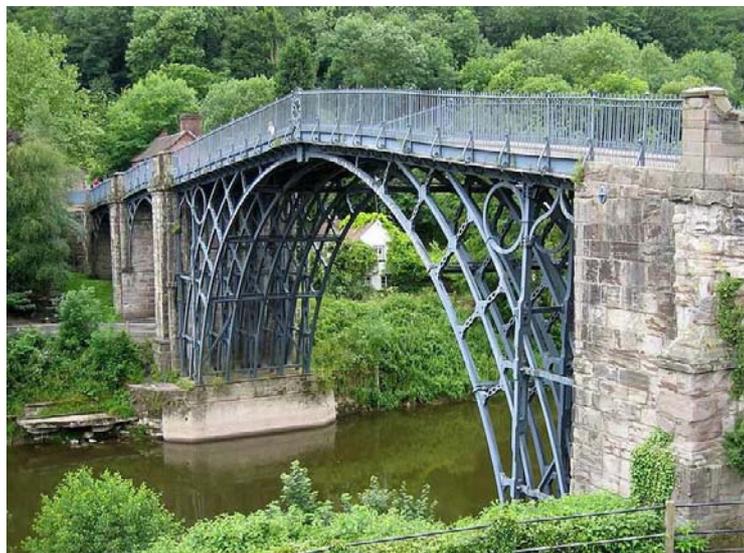


Ilustración 6 Puente sobre el río Severn, Coalbrookdale, Inglaterra, 1775; Fuente: arquitecturaenacero.org

Poco a poco se avanza en el uso del hierro en la construcción, en parte como respuesta a los riesgos de incendios de las estructuras de madera de la naciente industria. Un ejemplo destacado de este reemplazo es el Edificio de la Bolsa de Comercio de París. Esta búsqueda de la incombustibilidad resulta paradójica si se la contrasta con la preocupación actual de proteger las estructuras metálicas contra los efectos del fuego. Originalmente conocida como la Halle au Blé, cuyo domo se pierde en

un incendio a principios del siglo XIX, la cúpula del edificio es reconstruida en hierro en 1811.

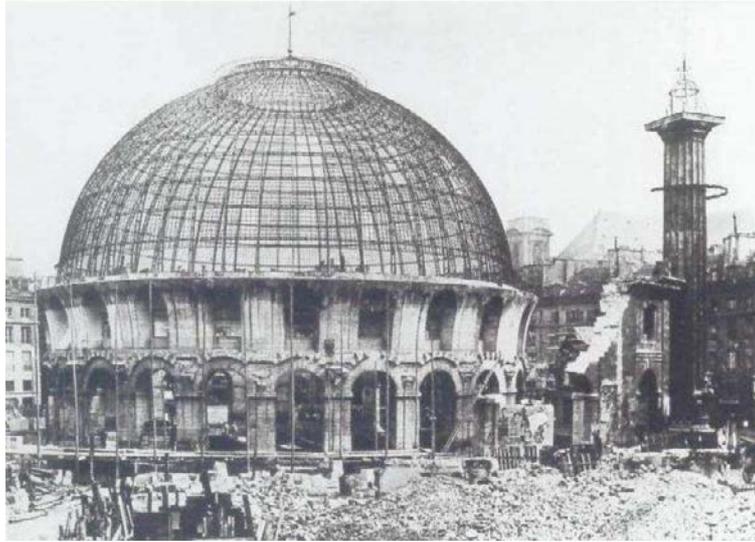


Ilustración 7 Reconstrucción de la cúpula de la Halle au Blé, 1811; fuente: arquitecturaenacero.org

Los primeros edificios industriales se construyeron con muros perimetrales de albañilería y estructuras interiores de columnas y vigas de madera que soportaban pisos, también de madera. Como se ha comentado, el riesgo de los incendios motiva la sustitución progresiva de los elementos de madera por elementos de hierro forjado. La columna tubular hueca se inventa alrededor de 1780. A fines del siglo XVIII se construye una de las primeras experiencias de entramados interiores en hierro que responde a una tipología que luego se hizo muy común. Se trata de la fábrica Textil Benyon, Bage & Marshall (1797) cuyo edificio de 5 pisos tiene un muro perimetral de albañilería que en su interior se estructura en base a un entramado de columnas de hierro y conectadas por vigas de sección más ancha en su cara inferior, que permitían el apoyo de bovedillas para conformar el entrepiso.

- **HIERRO LAMINADO**

Recién comenzado el siglo XIX, Boulton y Watt inventan la viga doble T y la usan por primera vez en combinación con columnas tubulares y un sistema de bovedillas de ladrillo para los entrepisos. El proceso de desarrollo del conocimiento de los atributos del hierro así como las nuevas técnicas de producción, estructuración y desarrollo de sistemas constructivos, se mantuvo durante los primeros años del siglo XIX.

William Fairbairn recoge el modelo de entramado propuesto por Boulton y Watt en el proyecto de la Fábrica Orrel, proyectada en 1834 en la que se introducen las vigas doble T, lo que permite cubrir luces mayores (7,25m), reduciendo el costo del hierro incorporado a la estructura entre un 20 a 30%. A partir de 1846 fabrica en su maestranza en Manchester, elementos estructurales de varias piezas laminadas en hierro colado conectadas entre sí con uniones roblonadas. Esto significó un avance notable ya que permite superar las limitaciones dimensionales que imponía la técnica del hierro fundido.

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

Un ejemplo destacado de los macizos muros perimetrales y los interiores de hierro corresponden a los proyectos de Henri Labrouste (1801 – 1875) para la Biblioteca Sainte Genevieve (1851) y para la Biblioteca Nationale (1858-68). Esta obra se reconoce como uno de los primeros intentos de construir un edificio estructurado enteramente en bóvedas de cañón en base a arcos de hierro forjado y fundido apoyados en columnas muy esbeltas. Al igual que las obras industriales inglesas comentadas, el edificio de la Biblioteca Santa Genoveva está rodeado de muros perimetrales, esta vez de fábrica de piedra. Sin embargo, la solución estructural de Labrouste libera a los muros del perímetro de toda carga lateral, haciendo que el conjunto de columnas y arcos y la cubierta de hierro sean independientes del perímetro. Años después, le es encomendado el proyecto de la Biblioteca Nacional, en que reemplaza la bóveda por un sistema de cúpulas que conforman un espacio notable en la sala de lectura.

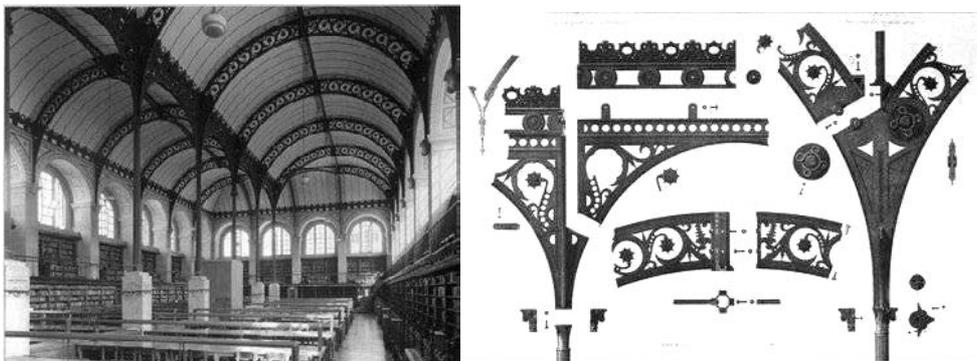


Ilustración 8 Biblioteca Sainte Genevieve (1851) Fuente: aruqitecturaenacero.org

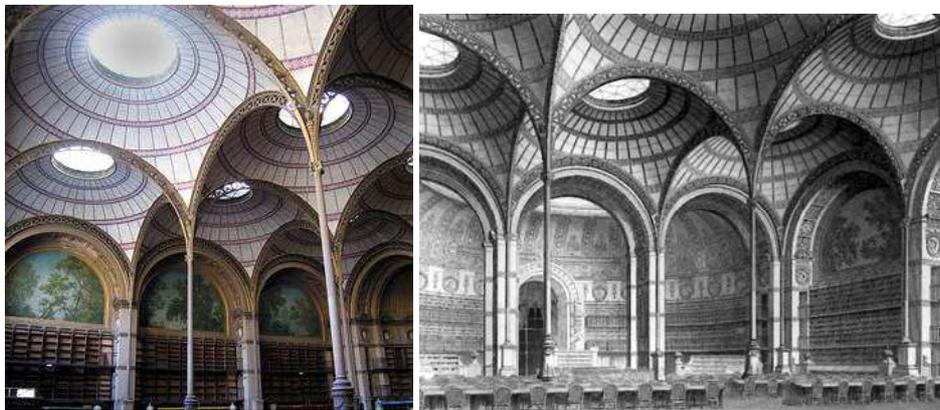


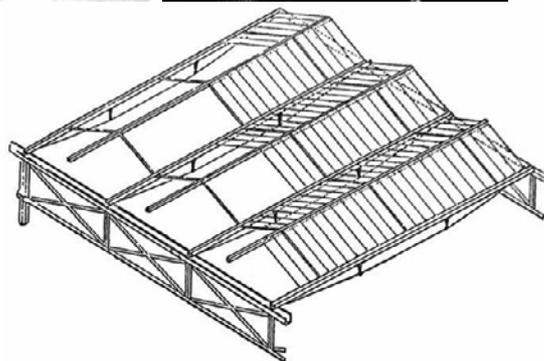
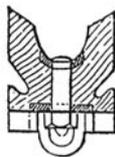
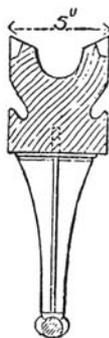
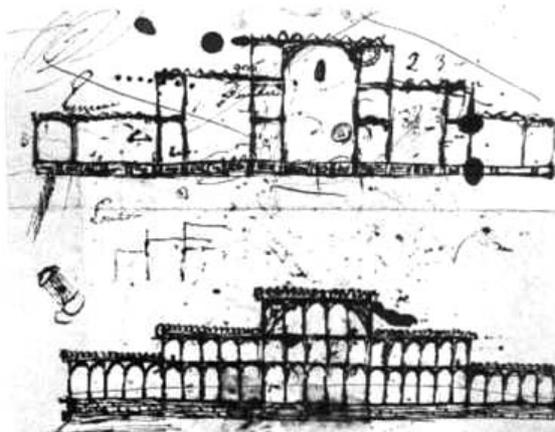
Ilustración 9 Biblioteca Nationale (1858-68); Fuente: aruqitecturaenacero.org

• LAS GRANDES EXPOSICIONES

Las grandes exposiciones mundiales organizadas por los países europeos como muestra de su progreso y el poderío de su industria fueron un escenario propicio para la experimentación arquitectónica y constructiva en la que el hierro le cupo un protagonismo importante. “The Great Exhibition” de 1851 en Inglaterra es la oportunidad en que Sir Joseph Paxton, levanta en un tiempo récord de 6 meses el

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

conocido "Cristal Palace". Aunque no salva grandes luces (la nave principal era de 22,0m de ancho y una altura de 33,0m), el Cristal Palace está enteramente estructurado en marcos de columnas de hierro fundido y vigas reticuladas. La cubierta y los cerramientos eran de vidrio y cubrían unas dimensiones totales sorprendentes: 563m de largo y 124m de ancho con un total de 72.000m² construidos. El Cristal Palace es, también, un paradigma de la prefabricación y coordinación dimensional. La estandarización de los elementos repetitivos que lo conforman, son parte de una solución integral que permite una rápida fabricación y construcción (3 meses para cada una de las etapas), todo un logro para la época. Trasladado en 1854 a Sydenham, el edificio concebido con una clara intención de transitoriedad en su emplazamiento inicial en el Hyde Park, es utilizado y renovado hasta que en 1936 es destruido por un incendio. Siguiendo este mismo modelo, en 1854, Auguste von Voit construye el Palacio del Vidrio en Munich usando los mismos materiales y el sistema de grilla, aunque reemplazando el arco por una viga recta. También fue destruido por un incendio en 1931.



Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

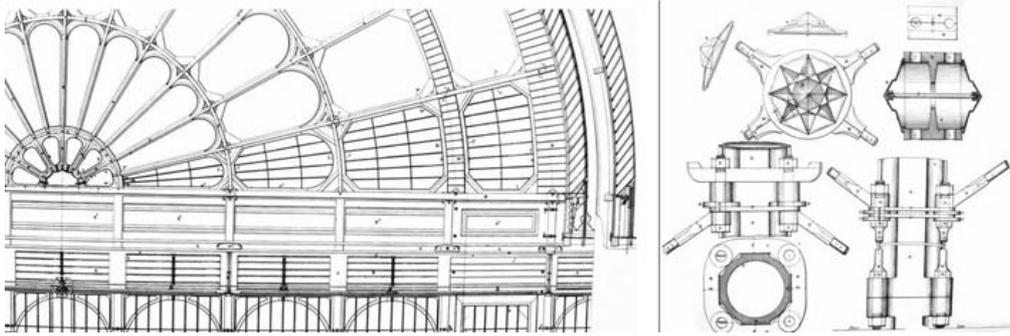


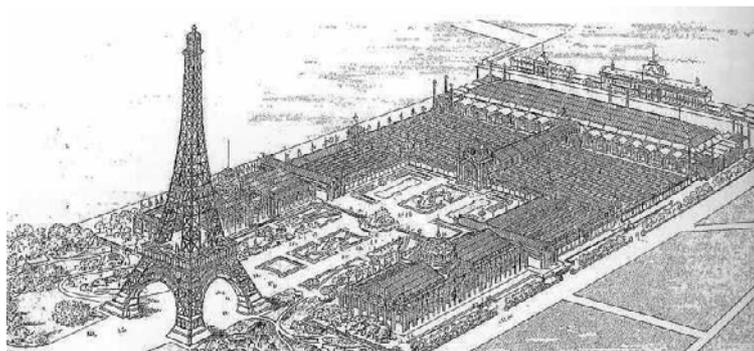
Ilustración 10 Crystal Palace 1851; Fuente: de la construcción a los proyectos (James Stike)



Ilustración 11 Palacio de vidrio, Auguste von voit, munich, 1854; Fuente: de la construcción a los proyectos (James Strike)

Francia no es ajena a estos esfuerzos que representan las grandes ferias y exposiciones, siendo en la Exposición Universal de 1889 donde tendrán la oportunidad de brillar dos obras de gran importancia en la arquitectura y construcción en hierro del siglo XIX: la Torre Eiffel y la Galería de maquinas.

Gustave Eiffel (1832-1923) fue un ingeniero de notable cuya importancia para el acero es innegable. A la conocida torre de 305m de altura, que exhibe orgullosa las posibilidades estéticas y estructurales del hierro, hoy convertida en símbolo de París aunque inicialmente muy resistida y criticada, hay que agregar una importante obra en puentes, entre los que destacan en Puente María Pía sobre el Río Duero (1875) y el Viaducto de Garabit (1880-1884).



Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE



The Eiffel Tower - from April 1888 to May 1889

Ilustración 12 Torre eiffel, paris, 1888-89; Fuente: arquitecturaenacero.org

A Ferdinand Dutert, arquitecto y Victor Contamin, ingeniero, se debe el notable proyecto de la Galería de las Máquinas, que usa por primera vez el arco triarticulado en edificios, siendo este una tipología estructural que consiste en una viga curva con dos apoyos fijos articulados en los extremos y que, generalmente aunque no siempre, tiene la tercera articulación en la clave del arco, modelo estructural aún plenamente vigente que permite cubrir sus 115m de luz y con una altura de 43,5m logrando un espacio interior de dimensiones inimaginables antes.



Ilustración 13 Galería de maquinas, Paris, 1889; Fuente: aruqitecturaenacero.org

3.3 – EVOLUCIÓN DEL STEEL-FRAME

A pesar de ser considerada como una tecnología nueva, el origen del Steel Framing se remonta al inicio del siglo XIX. De hecho, históricamente se inicia con las casas de madera construidas por los primeros colonizadores en el territorio norteamericano en esa época. Para atender al crecimiento de la población hubo que recurrir a métodos más rápidos y productivos en la construcción de viviendas, utilizando los materiales disponibles en la región, en este caso la madera. Ese método consistía en una estructura compuesta de piezas de madera aserrada de pequeña sección transversal, lo que se conoció como Balloon Framing.



Ilustración 14 Ejemplo de construcción con entramado de madera; Fuente: planreforma.com

A partir de ahí, las construcciones en madera, conocidas como “Wood Frame”, se convirtieron en la tipología residencial más común en los Estados Unidos. Aproximadamente un siglo más tarde, en 1933, producto del gran desarrollo de la industria del acero en los Estados Unidos, se lanzó en la Feria Mundial de Chicago el prototipo de una residencia en Steel Framing que utilizó perfiles de acero en lugar de la estructura de madera.

El crecimiento de la economía norteamericana y la abundante producción de acero en el periodo post-Segunda Guerra Mundial contribuyó al desarrollo de los procesos de fabricación de perfiles conformados en frío, y el uso de los perfiles de acero en sustitución de los de madera, que ofrecían las ventajas de la mayor resistencia y eficiencia estructural del acero y la capacidad de la estructura de resistir a catástrofes naturales, tales como terremotos y huracanes. En la década de los años 90, las fluctuaciones en el precio de la madera para la construcción civil estimularon el uso de los perfiles de acero en la edificación residencial. Se estima que hasta el final de la década 90, un 25% de la edificación residencial en Estados Unidos se basó en el sistema del Steel-Frame.

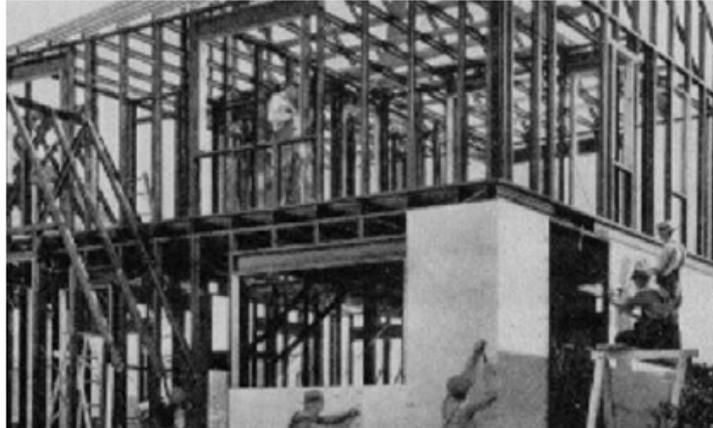


Ilustración 15 Primer prototipo de steel-Frame, Chicago, 1933; Fuente: Manual steel Framing (Alacero)

Por otro lado, el otro país en el que más se impulsó este tipo de construcción fue en Japón. Impulsado por la necesidad de reconstruir después de la segunda guerra mundial cuatro millones de viviendas destruidas por los bombardeos. La madera, el material usado en la estructura de las casas, había sido un factor agravante de los incendios que se propagaron durante los ataques. Luego el gobierno japonés restringió el uso de madera en construcciones autoportantes a fin de proteger los recursos forestales que de otro modo se habrían podido agotar y también para promover la construcción con materiales no inflamables. La industria japonesa del acero, viendo en esas restricciones un nicho de mercado, comenzó a producir perfiles livianos de acero para la construcción como un sustituto de los productos estructurales de madera. En consecuencia, Japón presenta un mercado y una industria altamente desarrollados en lo que respecta a la construcción con perfiles livianos de acero.

4 - CASO DE ESTUDIO

El caso de estudio, como ya se ha comentado en la introducción se basa en el prototipo éBRICKhouse, por lo tanto se ha tomado un extracto del Project manual presentado por el equipo para el concurso como presentación de este prototipo.



Ilustración 16 Foto del equipo equipe VIA-UJI en Versailles; Fuente: fotografías del grupo

El texto a continuación es dicho extracto que se ha dejado en el idioma original del documento:

éBRICKhouse structure is composed by a combination of two steel systems. The main structure is made on steel profiles and the secondary is on galvanized steel frame. The main reasons are; to make the main structure more secure to transport, assembly and disassembly, and to implement the structure of 5^o stores building would have (Urban concept). The calculation and technical drawings by the company which is going to provide the structure will be included in the Structural Calculations section.

Following the line of the last deliveries, steel remains the main material as far as the **éBRICKhouse** prototype's structure is concerned. However, the system has evolved from the main structure to prefabricated self-bearing panels. At the same time, the prefabricated panels are part of the building system. Both systems (constructive and structural) make up a single element. In this way, we aim to endow the project with a basis, which always bears in mind the **éBRICKhouse** concept.

The main structure is made up of load bearing walls and structural decks. The internal part of these elements is based on galvanized steel frames. Vivania roof and floor panels are covering the long side of the horizontal structure. Vivania load-bearing walls are the vertical components of the structure. All these composition conform the module and it is resting on the piers foundations. The structure has been designed according to SDE regulation R51.6.

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

Structural System Material: steel framing

This union has been achieved by using a set of cutting-edge techniques called "Steel Framing". This system replaces the traditional bearing structure, by panels of cold forming galvanized steel, which support the loads acting on the home or building. At the same time, these panels are composed of sub-systems (connecting elements, facilities, thermo-acoustic insulation, water and fire resistant, finished interior and exterior support, etc.). The way that these sub-systems interrelate is what makes the **éBRICKhouse** work.

Therefore, it makes it possible for our project to consist of a set of self-sufficient boxes/modules.



Ilustración 17 Main structural frame made in rolled steel, together with galvanized steel frame in the walls' substructure; Fuente: eBRICKhouse project manual

This technique allows the prototype to be subdivided into 4 regular modules, which can be transported once they are built. It also improves the assembly and disassembly times, increases the reliability and quality of the construction process, and reduces the amount of joints and anchors used between the modules.

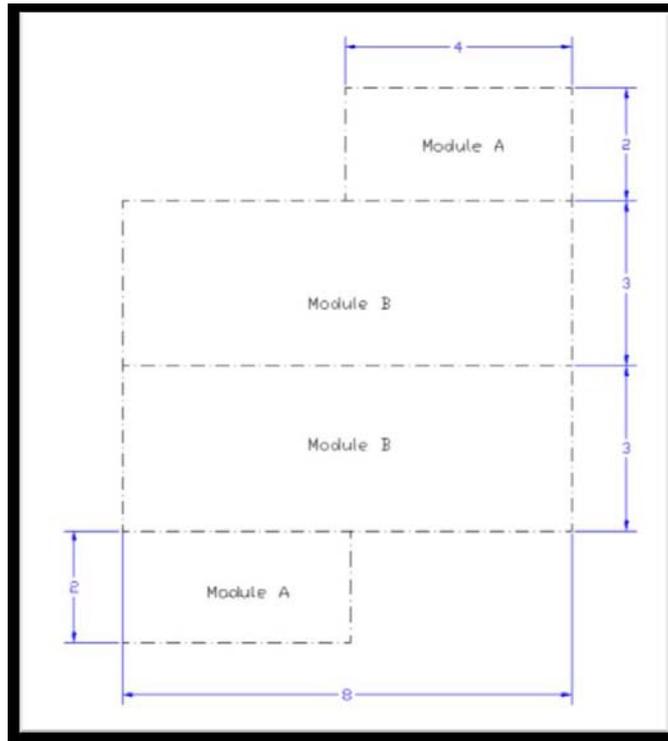


Ilustración 18 Desglose de los módulos del prototipo; Fuente: eBRICKhouse project manual

Module A = 4 x 2 m

Module B = 8 x 3 m

Thus, the **éBRICK** has become an open and flexible system. It does not set any limits to our designers' creativity, in order to offer different solutions or distributions. It is also a future investment for the **éBRICKhouse** in terms of maintenance, rehabilitation, expansion, and so on.

The "Steel Framing" system, chosen for the floor, roof and walls, is complemented by a special foundation system. The solution consists of perimeter beams and "structural plots", in order not to modify the soil condition during the competition phase.

Main Elements

• **Foundation**

The foundation is made with adjustable jacks over steel plates. The steel plates must be calculated according to the load of the total house weight and the tension of the ground. Each jack can support a maximum load of 10 tons. The connections between the steel plates and the jacks are made with screws according to the execution drawings (Ref. ST-001; ST- 002; ST-003).

Advantages:

- Respectful of the soil, excavations are not required.
- Fast to set up.
- Reusable and recyclable.

It consists of 18 pieces that have to be leveled and put up by coordinates provided from a foundation plan, The foundation itself is connected by sensors to

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

the main steel structures and the anchored for safety. Steel piers will be set over steel plates to support the loads coming from the whole structure of the following areas of the building: Living area, Greenhouse area and external shaft area.



Ilustración 19 Cimentación de zapatas aisladas con apoyos metálicos regulables; Fuente: eBRICKhouse project manual

Floor, Walls and Roof

The main structure of the floor in the living area will be elements that are placed in between the skeleton in building there are 2 types of elements in the building 4 elements in total. Main structure of the elements is galvanized steel and the covers are made out of steel plate, the inside of the elements is filled with rock wool insulation.

Different between the floor element and the roof element is that the roof needs to carry a lot more imposed load for example the solar panels.

The connections of the elements to the structured are made with screwed anchors, to prevent water and moisture we are using neoprene to cover all the joints in between in the elements. The elements go through the same process as the structure (skeleton) of the building, galvanized steel and laminated cold and then produced using a program called Saab this program makes the layout of the elements to be sure to achieve the demands by EU regulations.

Structural modular system

The ÉBRICK system or the modular system is made to make it easier to build the prototype and transport it from Castellon and then to Versailles, so we have decided to make the structure for the living area and then split it into modular (É-brick). There are two different types of modular 3x8m and 2x4m 2 of each.



Ilustración 20 Render de los módulos en steel-frame; Fuente: eBRICKhouse project manual

● **Structural Wall (Vivania)**

The walls are made up of U-steel profiles that shape the self-supporting prefabricated panels. These profiles are zinc plated, which tends to increase its durability and lifetime.

They have a high mechanical strength and a high strength/weight ratio, so that it is very convenient for the **éBRICKhouse** industrialization. Therefore, many types of wall can be created with this system. What is more, it offers a great versatility to the project. To make sure that the demands are being kept when this steel structure is being produced the company VIVANIA is using a program called Saab this program makes the layout of the construction to be sure to achieve the demands by EU regulations.

Advantages:

- low U-value;
- prefabricated;
- galvanized steel: light weight of structure and long durability;
- recyclable, maintenance free;
- precision and quality are achieved by software design.
- Adjustable, diverse materials, thickness and composition of wall layers, in order to reach the requirements needed for the project.

Roof and floor from VIVANIA

These elements are structural modules for roofing and slab floors. It is a prefabricated system composed of steel decking and rigid insulation. It also includes vapor barriers and final layers of the ceiling on the inside. The structure is based on galvanized steel frames and beams. The connections and joints are detailed on ST -drawings.

Advantages:

- Prefabricated system. Faster, easier and safer to build; which makes it easier to meet the requirements of SDE R4.5.

- Galvanized structure (lighter weight). Reducing the weight of the total structure and the load of the building. Also, the material is very durable, recyclable and maintenance free.
- 100% inorganic materials. Ensuring a long durability of the components and guaranteeing against moistures and others weakness coming from organic elements.
- Large pieces, which makes the construction process quick and easy.
- Quick installation.

Constructive Design

Introduction

The aim of our project is to make the **éBRICKhouse** as European prototype: to achieve this, we must figure out a flexible construction system having the ability to cover the environmental needs of each country and complying with their regulations.

Additionally, one of our priorities is to use long life expectancy materials and provide necessary maintenance work to ensure their durability.

On the other hand, **éBRICKhouse** has a strong sustainability commitment, not only environmentally and economically, but also socially. We consider it is very important to create housing which meets the needs of its users and foresee their future needs. For this reason, we decided to incorporate social skills as Do-it-yourself philosophy applied in the construction sector, considering the good results that were given other sectors.

Construction System

The construction system is prefabricated, modern, ecological and flexible. It is adaptable to every project, no matter if it is a new construction or a renovation project. It's divided in two main parts: on one hand, the prefabricated structural box, standard for all the **éBRICK**, and on the other hand, the double outer skin of variable thicknesses.

• Structural Box

It is a fully industrialized and prefabricated element, made up by walls, roof and selfsupporting floor made of galvanized steel profiles, with insulation inside. It's finished with cladding elements on top of the plasterboard. The whole box is waterproofed and prevents condensation.

Walls

Walls have a thickness of 230 mm, only 100 mm is the structural part with insulation inside. Another 100mm layer of insulation is included to provide thermal insulation, but also to allow the path of the installation inside. This is finished with two layers of plasterboard, which gives the required acoustic resistance. Its high load capacity and its low own weight, optimize the internal measures, therefore provides large thermal performance.

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

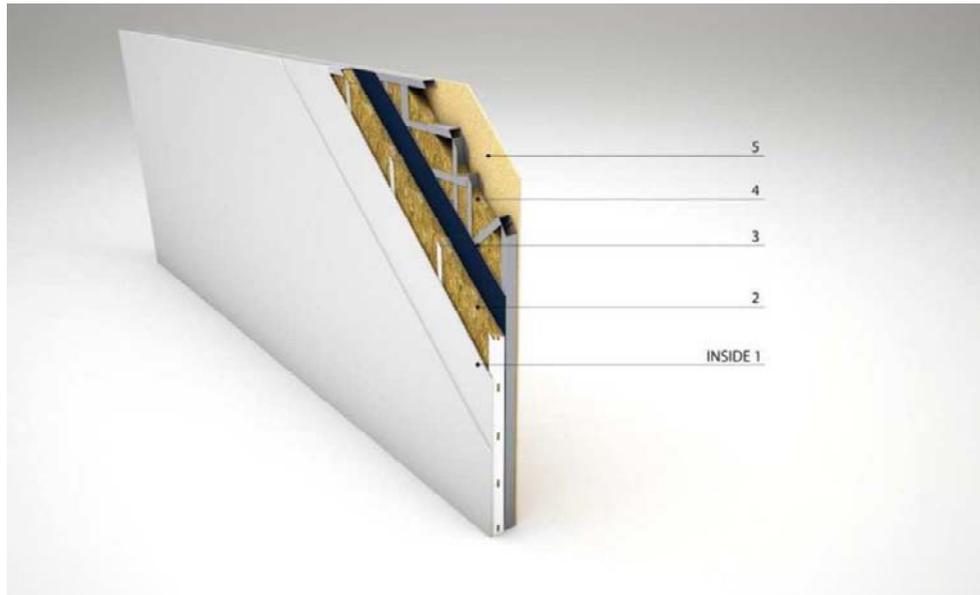


Ilustración 21 Despiece de la fachada; Fuente: eBRICKhouse project manual

- 1- Two layers of gypsum board (2 x 1,25 mm)
- 2- Interior wall (98 mm): steel profiles (non-bearing) with insulation of mineral wool inside it
- 3- Damp proof membrane (0,43 mm)
- 4- Steel frame with mineral wool insulation(90 mm)
- 5- OSB (10 mm)



Ilustración 22 Montaje de la cara interior de la pared; Fuente: eBRICKhouse project manual

Roof

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

The roof as well as floor are provided by Vivania and both of them have the same frame construction system. The load bearing steel beams are fixed together as a frame on the sides and in between the main frame system there are trusses made of steel with the distance of 2000 mm from each other.

Between the steel trusses there are 3 layers of mineral wool insulation materials.

The structural part of roof has a thickness of 200mm. 18mm trapeze plates are on top and bottom sides of the structural roof construction. Trapeze plates are fixed with bolts on the sides with the structural frame, and it has the function to carry the top roofing and roof insulation, as well as to carry the horizontal loads of the roof over to the beams (shear forces). Trapeze plates are also good for the acoustics.

Floor

The floor construction that is provided by Vivania, has a thickness of 456 mm.

As the roof, it has the same load bearing steel frame system. In this case the steel frame with steel trusses in between are thicker, 300mm high. The difference between roof and floor is that floor construction has 100mm hard insulation on top, covered by 20 mm of plywood. With this kind of construction we achieve the required thermal demand and also it makes it possible to distribute the installation system through the construction.



Ilustración 23 vista interior de los módulos durante el montaje; Fuente: eBRICKhouse project manual

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

Modules

According to all of these characteristics of the materials, we have created light prefabricated modules, which improve the construction time schedules and minimize the risks of accidents on the construction sites. **éBRICKhouse** design to SD Europe 2014 has two types of modules:

A. Two modules 8 x 3 x 3.3 (m) size: these modules are intended for open spaces, with the possibility of being subdivided with removable partitions. They are suitable for open housing concepts, flexible spaces and different uses, depending of the needs of each user.

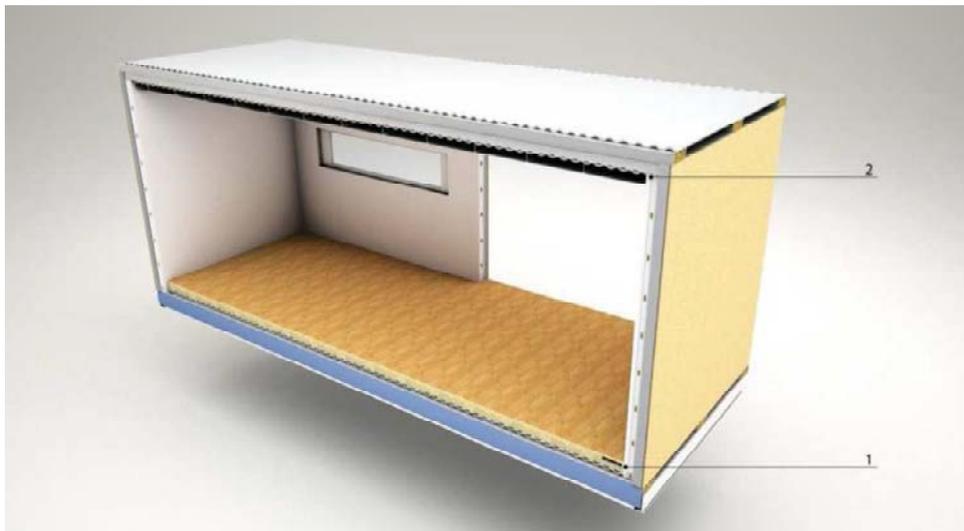


Ilustración 24 Render del modulo 3x8; Fuente: eBRICKhouse project manual

Two modules 4 x 2 x 3.3 (m) size: moreover, these modules are designed for individuals and independent parts of the house: bathrooms, workplaces, etc. They offer more intimate and defined spaces for living environment.



Ilustración 25 Render del modulo de 2x4; Fuente: eBRICKhouse project manual

The housing developed from our building system, is the result of combining together architecturally fitted modules according to the transportation demands on the common roads. For the design of the modules the weight and the measurement allowances were taken under consideration while deciding the final design.

Double skin

The double skin is more than an aesthetic finishing element; it is the dynamic component of our building system, a living component. It is mounted after the assembly of our housing modules. Its functions are:

- The elements, which give continuity to the outside building system, covering the joints between modules to avoid possible thermal bridges.
- Providing additional heat to the wall and roof wrap. Its thickness is variable depending on the total thermal resistance that the building system has to provide, according to its final location and current legislation.
- Variety of finishing.

Double skin as a façade

Specifically for the façade, double skin provides us the possibility to set different types of facades: with or without an air chamber, ventilated or not ventilated; in order to increase energy savings.

In the **éBRICKhouse** prototype, we can find two different kind of “double skin” walls , differentiated by the façade finishing and the façade typology (ventilated or not ventilated):

A. Double Skin – Ceramic finishing: In this case, the double skin system has an air chamber; it provides thermal protection and tends to balance with the outside temperature inside.

- Differentiation between summer and winter:

SUMMER: When the solar beams react with the ceramic coating, it increases the temperature in the air chamber, causing an upward movement of indoor air.

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

When this hot air goes up, new fresh air enters from the bottom or between the joints in the facade, which are colder than the rest, achieving a balance in temperature. This effect is called “chimney effect”, prevents heat buildup in the façade, thus saving energy.

WINTER: In this case, the solar coefficient is poor and therefore insufficient to achieve air movement, the front acts as a heat accumulator, it do not allow the waste of heat from inside to outside.

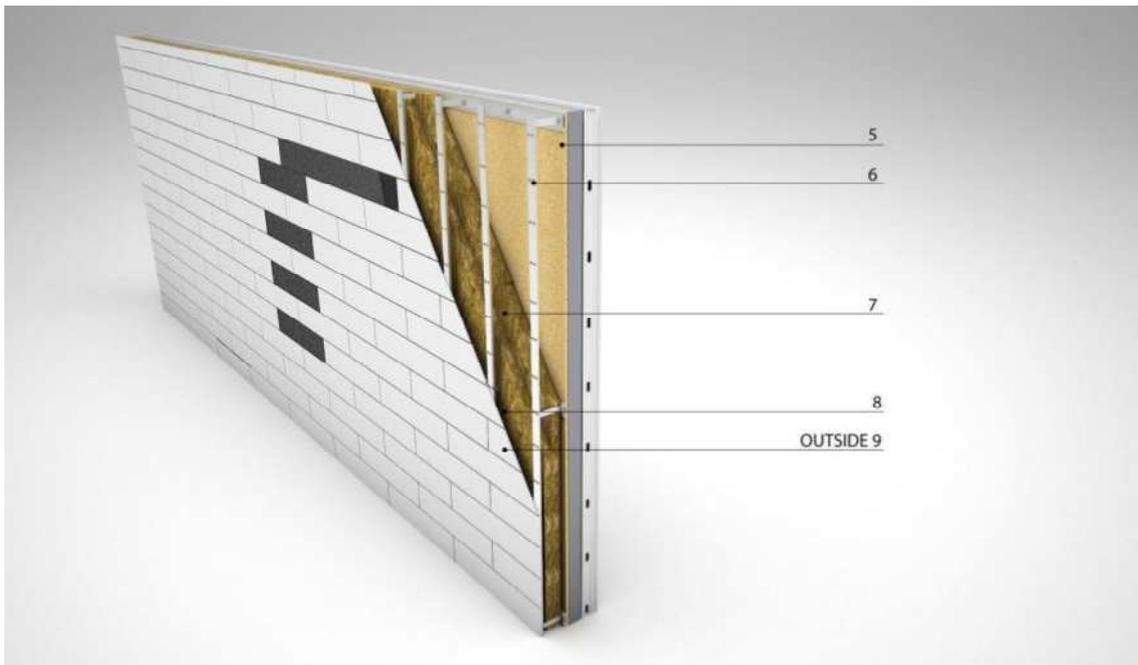


Ilustración 26 Detalle de las capas exteriores de la fachada del prototipo; Fuente: eBRICKhouse project manual

- 5. *Structural Wall*
- 6. *Ventilated facade system*
- 7. *Insulation of mineral wool (175 mm)*
- 8. *Ventilated Air chamber (30 mm)*
- 9. *Ceramic tiles (5 mm)*

Its construction system is composed by three elements:

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE



Ilustración 27 Detalle de la fachada ventilada; Fuente: eBRICKhouse project manual

1. Longitudinal galvanized steel profile along the entire width of the structural box, thereby they are independent systems.
2. "L" steel piece of 170mm long, as the second façade thickness. This is the only element that should be resized, directly proportional to the thermal demand that must be achieved.
3. "T" upright, which holds the ceramic pieces. The joints between ceramics pieces have a thickness between 3 and 5mm, this prevents passage of rain water.



Ilustración 28 Montaje de la fachada ventilada durante el concurso; Fuente: eBRICKhouse project manual

B. Double Skin – Sunscreen finishing: In the north facade, it was decided to use as a fix sunscreen lattice made in a light and recyclable aluminum sheet. The organic design of the sunscreen allows configuring all kinds of lattice, providing an avant-garde look to our house. It covers almost the entire surface of the facade, including the windows. Its openings allow the light to pass through, and at the same time it prevents seeing the inside of the house. This material needs a

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

different anchoring, in regards to the ceramic finish. It uses vertical steel profiles which are 180x100mm with insulation inside.

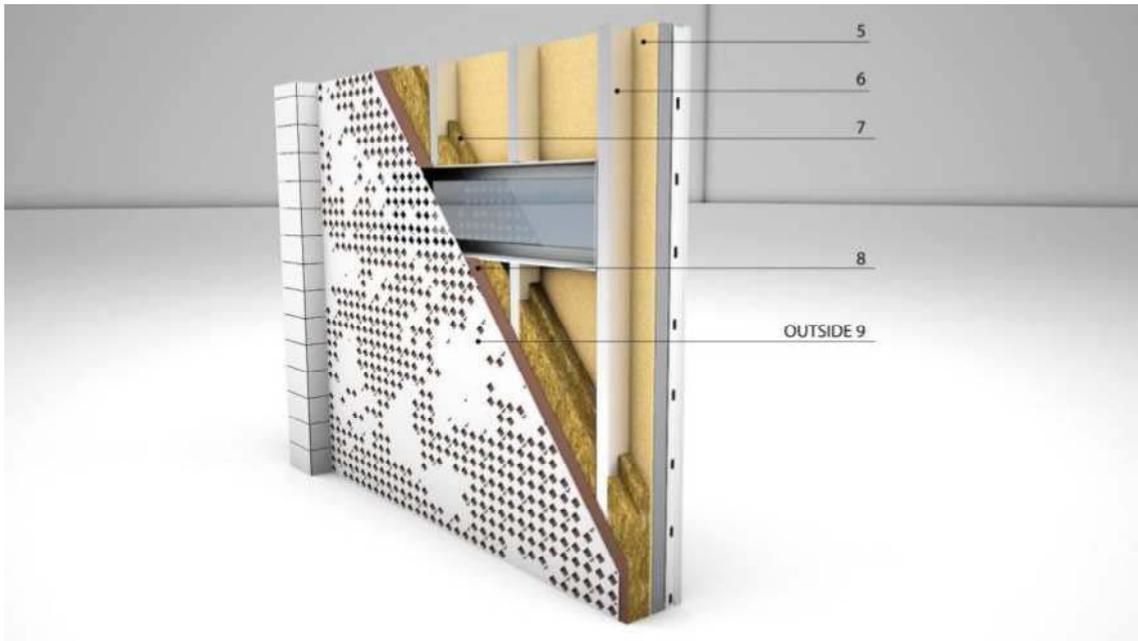


Ilustración 29 Render de las protecciones solares en la fachada sur y norte; Fuente: eBRICKhouse project manual

- 5. *Structural Wall*
- 6. *Steel Beam (100x170 mm)*
- 7. *Insulation of mineral wool (170 mm)*
- 8. *Board waterproofed*
- 9. *Aluminum sunscreen finishing*



Ilustración 30 Acabado de las protecciones solares en fachada norte; Fuente: eBRICKhouse project manual

C. Double Skin – Movable Sunscreen finishing: the south facade, has the same finishing material as the northern facade. In this case, we have the possibility to fold the latticework. When the sunscreen is folded we have a full window pane façade, so the lattice has a double function: lets the light pass through and provides privacy. Also it has a system that allows folding up and provides protection from sun radiation.



Ilustración 31 Acabado de la fachada sur; Fuente: eBRICKhouse project manual

5 - CARACTERISTICAS

En este apartado se incluye un listado de las principales ventajas y desventajas de las tipologías estructurales y materiales del estudio, esto nos puede dar una idea inicial de cual es más ventajosa para la construcción de cierto tipo de viviendas por lo que es importante conocerlas.

5.1 - ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

5.1.1 - VENTAJAS

- Requiere muy poco mantenimiento
- Alta disponibilidad de los materiales que lo componen
- Aunque el peso puede resultar una desventaja, el gran peso propio de la estructura proporciona gran resistencia a acciones como el viento
- Alta resistencia al fuego
- Posibilidad de añadir aditivos para modificar ciertas características
- Material colaborante, como ejemplo claro con el acero se elimina una de sus principales debilidades que es la resistencia a flexión.

5.1.2 - DESVENTAJAS

- Plazos largos en la ejecución de la estructura
- Peso elevado
- Gran canto de los elementos estructurales
- El peso de la estructura aumenta la fuerza sísmica en estos casos
- Dificultad de cubrir grandes luces
- Estructura sensible a asientos diferenciales

5.2 - ESTRUCTURA DE ACERO

5.2.1 - VENTAJAS

- Alta resistencia por unidad de peso, lo que permite aligerar la estructura
- Elementos estructurales de mayor esbeltez
- Grandes deformaciones antes de que suceda un fallo crítico debido a la característica dúctil del material
- Homogeneidad del material
- Fabricación en taller con gran control de calidad
- Rapidez de montaje en obra
- Exactitud en los elementos estructurales
- Adaptabilidad a cambios formales en la edificación
- Reutilización del material tras desmontar la estructura
- La estructura realizada en acero por su característica de ligereza tiene mayor resistencia a las acciones de sismos

5.2.2 - DESVENTAJAS

- Material susceptible a la corrosión
- Pérdida rápida de resistencia en caso de incendios
- Problemas de pandeo debido a la esbeltez de elementos sometidos a compresión
- Mayor coste de la estructura
- Necesidad de mantenimiento mientras esta no se encuentre recubierta de un material que la aisle de la corrosión y el riesgo de incendios

5.3 - ESTRUCTURA DE STEEL-FRAME

5.3.1 - VENTAJAS

- Alta resistencia por unidad de peso, lo que permite aligerar la estructura
- Grandes deformaciones antes de que suceda un fallo crítico debido a la característica dúctil del material
- Debido a que las piezas tienen poco espesor permite la galvanización lo que elimina uno de los principales riesgos de las estructuras de acero como es la corrosión
- Homogeneidad del material
- Fabricación en taller con gran control de calidad
- Rapidez de montaje en obra
- Exactitud en los elementos estructurales
- Adaptabilidad a cambios formales en la edificación
- Reutilización del material tras desmontar la estructura
- Gran facilidad de montaje permitiendo que no intervenga mano de obra especializada dándose el caso de que sea incluso el usuario último el que monte la estructura
- La estructura realizada en acero por su característica de ligereza tiene mayor resistencia a las acciones de sismos

5.3.2 - DESVENTAJAS

- Pérdida rápida de resistencia en caso de incendios
- Problemas de pandeo debido a la esbeltez de elementos sometidos a compresión
- Necesidad de mantenimiento mientras esta no se encuentre recubierta de un material que la aisle del riesgo de incendios
- Debido al poco peso de los forjados estos tienen una baja frecuencia de resonancia lo que puede incurrir en vibraciones que resulten molestas para los inquilinos.
- En territorio español, escasez de oferta de perfiles para este tipo de estructura
- Restricciones dimensionales de obra

6 – CÁLCULOS BASADOS EN EL PROTOTIPO

Para poder realizar las comparaciones deseadas primero es necesario calcular la estructura en las tres diferentes tipologías lo que nos dará los datos geométricos de los elementos estructurales, así como su aprovechamiento, tomando estos datos como base podremos calcular los demás apartados como son el presupuesto y el impacto medioambiental de dichos materiales que de otra forma carecerían de datos de base.

6.1 - CONSIDERACIONES PREVIAS

Como ya se ha dicho tomaremos como base el prototipo eBRICKhouse por lo que las cargas vendrán dadas por los materiales y usos de este. Estas cargas serán comunes en la medida de lo posible a los casos de estudio. En el caso de los forjados para ambos casos se usará un forjado tipo de CYPE de viguetas pretensadas.

No se tendrá en cuenta el acceso, siendo que la entrada principal está a 1m sobre el nivel del terreno ya que el acceso se solucionará tal y como en el caso de estudio y no afecta a la comparativa que nos ocupa. Esta solución consiste en un porche de madera con acceso tanto por escalera como por rampa.

Para el caso de la estructura de acero se ha optado por uniones soldadas ya que para el caso de uniones atornilladas requeriría una serie superior de perfiles en pilares por el espaciado requerido por los tornillos, por lo que se ha decidido optar por la opción de uniones soldadas dando prioridad a la esbeltez en la estructura.

Para el caso de la estructura de hormigón armado los pilares se han elegido de 25x25 siguiendo la condición descrita en el art. 54 de la EHE-08 en el que se describe: "Los soportes ejecutados en obra deberán tener su dimensión mínima mayor o igual a 25 cm."

- **Primer Forjado:**

Uso residencial	-	Sobrecarga de uso de 2KN/m ²
Tarima Flotante	-	Carga muerta 0.4KN/m ²
Muro exterior	-	Carga muerta = Aproximadamente 2KN/m
	-	$32.4+87+71.1+0.7+6.675 = 197.875\text{Kg/m}$
Tabique Interior	-	Carga muerta = Aproximadamente 0.86KN/m
	-	$78.3+1.4+6.12 = 85.82\text{Kg/m}$

Componentes del muro exterior:

Tablero Superpan TECH P5 (FINSA)

- $720\text{Kg/m}^3 \times 0.015\text{m espesor} = 10.8\text{Kg/m}^2$

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

- $10.8\text{Kg/m}^2 \times 3\text{m} = 32.4\text{Kg/m}$

-

Placa cartón-yeso Placophonique (PLACO) espesor 0.015m

- $14.5\text{Kg/m}^2 \times 3\text{m} = 43.5\text{Kg/m} \times 2 \text{ placas} = 87\text{Kg/m}$

Rail R100 (Placo)

- 0.7Kg/m

Montante M100 (Placo)

- $0.89\text{Kg/m} \times 3\text{m} = 2.67\text{Kg/perfil}$

- $1\text{perfil}/0.4\text{m} * 1\text{m} = 2.5\text{perfil/m} \times 2.67\text{kg/perfil} = 6.675\text{Kg/m}$

Aislante lana de roca (ISOVER)

- Peso despreciable

Sistema fachada ventilada Ston-Ker (BUTECH)

- $23.7\text{Kg/m}^2 \times 3\text{m} = 71.1\text{Kg/m}$

Componentes del tabique interior:

Placa cartón-yeso Placophonique (PLACO) espesor 0.015m

- $14.5\text{Kg/m}^2 \times 2.7\text{m} = 39.15\text{Kg/m} \times 2 \text{ placas} = 78.3 \text{ Kg/m}$

Rail R100 (Placo)

- $0.7\text{Kg/m} \times 2 = 1.4 \text{ Kg/m}$

Montante M100 (Placo)

- $0.89\text{Kg/m} \times 2.75\text{m} = 2.4475\text{Kg/perfil}$

- $1\text{perfil}/0.4\text{m} * 1\text{m} = 2.5\text{perfil/m} \times 2.67\text{kg/perfil} = 6.12\text{Kg/m}$

Aislante lana de roca (ISOVER)

- Peso despreciable

- **Segundo Forjado:**

Uso residencial - Sobrecarga de uso de 1KN/m^2

Nieve - Sobrecarga de nieve para Castellón de 0.2KN/m^2

Cubierta - Carga muerta $66\text{Kg/m}^2 + 12\text{Kg/m}^2 = 78\text{Kg/m}^2$ (0.78KN/m^2)

(Datos obtenidos del proyecto de eBRICKhouse)

Peto: - Carga muerta = Aproximadamente 0.235KN/m

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

$$- 10.044+1.4+1.035+11.02 = 23.499$$

Componentes del peto:

Tablero Superpan TECH P5 (FINSÁ)

- $720\text{Kg/m}^3 \times 0.015\text{m espesor} = 10.8\text{Kg/m}^2 \times 2 = 21.6\text{Kg/m}^2$
- $21.6\text{Kg/m}^2 \times 0.465\text{m} = 10.044\text{Kg/m}$

Rail R100 (Placo)

- $0.7\text{Kg/m} \times 2 = 1.4\text{Kg/m}$

Montante M100 (Placo)

- $0.89\text{Kg/m} \times 0.465\text{m} = 0.414\text{Kg/perfil}$
- $1\text{perfil}/0.4\text{m} \times 1\text{m} = 2.5\text{perfil/m} \times 0.414\text{kg/perfil} = 1.035\text{Kg/m}$

Aislante lana de roca (ISOVER)

- Peso despreciable

Sistema fachada ventilada Ston-Ker (BUTECH)

- $23.7\text{Kg/m}^2 \times 0.465\text{m} = 11.02\text{Kg/m}$

6.2 - ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

6.2.1 - DATOS DE OBRA

1.- VERSIÓN DEL PROGRAMA Y NÚMERO DE LICENCIA

Programa utilizado: CYPECAD

Versión: 2013

Número de licencia: 120020

2.- DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

Proyecto: Estructura de Hormigón Armado

Clave: PFG – Hormigón Armado

3.- NORMAS CONSIDERADAS

Hormigón: EHE-98-CTE

Aceros conformados: CTE DB SE-A

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Forjados de viguetas: EFHE

Categoría de uso: A. Zonas residenciales

4.- ACCIONES CONSIDERADAS

4.1.- Gravitatorias

Tabla 1 Acciones consideradas; Fuente: CYPECAD

Planta	S.C.U (t/m ²)	Cargas muertas (t/m ²)
Forjado Cubierta	0.12	0.08
Forjado Sanitario	0.20	0.04
Cimentación	0.00	0.00

4.2.- Viento

CTE DB SE-AE

Código Técnico de la Edificación.

Documento Básico Seguridad Estructural - Acciones en la Edificación

Zona eólica: A

Grado de aspereza: IV. Zona urbana, industrial o forestal

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

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

Donde:

q_b Es la presión dinámica del viento conforme al mapa eólico del Anejo D.

c_e Es el coeficiente de exposición, determinado conforme a las especificaciones del Anejo D.2, en función del grado de aspereza del entorno y la altura sobre el terreno del punto considerado.

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

Tabla 2 Coeficientes para el CÁLCULO de las cargas de viento; Fuente: CYPECAD

q_b (t/m ²)	Viento X			Viento Y		
	esbeltez	c_p (presión)	c_p (succión)	esbeltez	c_p (presión)	c_p (succión)
0.04	0.50	0.70	-0.40	0.40	0.70	-0.36

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

Tabla 3 Anchos de banda a considerar para el calculo de cargas del viento; Fuente: CYPECAD

Anchos de banda		
Plantas	Ancho de banda Y (m)	Ancho de banda X (m)
En todas las plantas	10.00	8.00

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Coefficientes de Cargas

+X: 0.36 -X:0.63

+Y: 0.36 -Y:0.63

Tabla 4 Cargas de viento; Fuente: CYPECAD

Cargas de viento				
Planta	Viento +X (t)	Viento -X (t)	Viento +Y (t)	Viento -Y (t)
Forjado Cubierta	0.340	-0.595	0.262	-0.458
Forjado Sanitario	0.453	-0.793	0.349	-0.611

Conforme al artículo 3.3.2., apartado 2 del Documento Básico AE, se ha considerado que las fuerzas de viento por planta, en cada dirección del análisis, actúan con una excentricidad de $\pm 5\%$ de la dimensión máxima del edificio.

4.3.- Sismo

Sin acción de sismo

4.4.- Fuego

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

Tabla 5 Resistencia al FUEGO; Fuente: CYPECAD

Datos por planta				
Planta	R. req.	F. Comp.	Revestimiento de elementos de hormigón	
			Inferior (forjados y vigas)	Pilares y muros
Forjado Cubierta	R 60	-	Mortero de yeso	Mortero de yeso
Forjado Sanitario	-	-	-	-

Notas:

- R. req.: resistencia requerida, periodo de tiempo durante el cual un elemento estructural debe mantener su capacidad portante, expresado en minutos.
- F. Comp.: indica si el forjado tiene función de compartimentación.

4.5.- Hipótesis de carga

Tabla 6 Hipotesis de carga a considerar en el calculo de estructura; Fuente: CYPECAD

Automáticas	Peso propio	
	Cargas muertas	
	Sobrecarga de uso	
	Viento +X exc.+	
	Viento +X exc.-	
	Viento -X exc.+	
	Viento -X exc.-	
	Viento +Y exc.+	
	Viento +Y exc.-	
	Viento -Y exc.+	
	Viento -Y exc.-	
Adicionales	Referencia	Naturaleza
	N 1	Nieve

4.6.- Listado de cargas

Cargas especiales introducidas (en Tm, Tm/m y Tm/m²)

Tabla 7 Cargas lineales; Fuente: CYPECAD

Grupo	Hipótesis	Tipo	Valor	Coordenadas
1	Cargas muertas	Lineal	0.20	(0.13, 2.13) (0.13, 5.00)
	Cargas muertas	Lineal	0.20	(0.13, 0.13) (0.13, 2.13)
	Cargas muertas	Lineal	0.20	(0.12, 0.13) (3.88, 0.13)
	Cargas muertas	Lineal	0.20	(3.88, 0.13) (3.88, 2.13)
	Cargas muertas	Lineal	0.20	(3.88, 2.13) (7.93, 2.13)
	Cargas muertas	Lineal	0.20	(7.93, 2.13) (7.93, 5.00)
	Cargas muertas	Lineal	0.20	(7.93, 5.00) (7.93, 7.88)
	Cargas muertas	Lineal	0.20	(7.93, 7.88) (7.93, 9.88)
	Cargas muertas	Lineal	0.20	(4.13, 9.88) (7.93, 9.88)
	Cargas muertas	Lineal	0.20	(4.13, 7.88) (4.13, 9.88)
	Cargas muertas	Lineal	0.20	(0.13, 7.88) (4.13, 7.88)
	Cargas muertas	Lineal	0.20	(0.13, 5.00) (0.13, 7.88)
	Cargas muertas	Lineal	0.09	(4.13, 7.88) (7.88, 7.88)
	Cargas muertas	Lineal	0.02	(0.13, 5.00) (0.13, 7.88)
	Cargas muertas	Lineal	0.02	(0.13, 7.88) (4.13, 7.88)
	Cargas muertas	Lineal	0.02	(4.13, 7.88) (4.13, 9.88)
	Cargas muertas	Lineal	0.02	(4.13, 9.88) (7.88, 9.88)
	Cargas muertas	Lineal	0.02	(7.87, 7.88) (7.88, 9.88)
	Cargas muertas	Lineal	0.02	(7.88, 5.00) (7.88, 7.88)
	Cargas muertas	Lineal	0.02	(7.88, 2.13) (7.88, 5.00)
	Cargas muertas	Lineal	0.02	(3.88, 2.13) (7.88, 2.13)

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

Grupo Hipótesis	Tipo	Valor	Coordenadas
Cargas muertas	Lineal	0.02	(3.88, 0.13) (3.88, 2.13)
Cargas muertas	Lineal	0.02	(0.13, 0.13) (3.88, 0.13)
Cargas muertas	Lineal	0.02	(0.13, 0.13) (0.13, 2.13)
Cargas muertas	Lineal	0.02	(0.13, 2.13) (0.13, 5.00)

5.- ESTADOS LÍMITE

Tabla 8 Estados LÍMITE; Fuente: CYPECAD

E.L.U. de rotura. Hormigón	CTE
E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	Control de la ejecución: Normal Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno Desplazamientos	Acciones características

6.- SITUACIONES DE PROYECTO

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

- **Con coeficientes de combinación**

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- **Sin coeficientes de combinación**

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

G_k Acción permanente

Q_k Acción variable

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

6.1.- Coeficientes parciales de seguridad (γ) y coeficientes de combinación (ψ)

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-98-CTE

Tabla 9 Coeficientes de seguridad y combinación para el cálculo de ELU; Fuente: CYPECAD

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.500	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.600	1.000	0.500

Tensiones sobre el terreno

Tabla 10 Tensiones sobre el terreno; Fuente: CYPECAD

Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000

Desplazamientos

Tabla 11 Coeficientes parciales de seguridad; Fuente: CYPECAD

Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000

7.- DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS

Tabla 12 Datos de grupos y plantas; Fuente: CYPECAD

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
2	Forjado Cubierta	2	Forjado Cubierta	3.00	4.00
1	Forjado Sanitario	1	Forjado Sanitario	1.00	1.00
0	Cimentación				0.00

8.- DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

8.1.- Pilares

GI: grupo inicial

GF: grupo final

Ang: ángulo del pilar en grados sexagesimales

Tabla 13 Datos de pilares 1; Fuente: CYPECAD

Referencia	Coord(P.Fijo)	GI- GF	Vinculación exterior	Ang.	Punto fijo	Canto de apoyo
P1	(0.00, 0.00)	0-2	Con vinculación exterior	0.0	Esq. inf. izq.	0.30
P2	(4.00, 0.00)	0-2	Con vinculación exterior	0.0	Esq. inf. der.	0.30
P3	(0.00, 2.00)	0-2	Con vinculación exterior	0.0	Esq. inf. izq.	0.40
P4	(4.00, 2.00)	0-2	Con vinculación exterior	0.0	Esq. inf. der.	0.30
P5	(8.05, 2.00)	0-2	Con vinculación exterior	0.0	Esq. inf. der.	0.30
P6	(0.00, 5.00)	0-2	Con vinculación exterior	0.0	Mitad izquierda	0.50
P7	(4.00, 5.00)	0-2	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
P8	(8.05, 5.00)	0-2	Con vinculación exterior	0.0	Mitad derecha	0.50
P9	(0.00, 8.00)	0-2	Con vinculación exterior	0.0	Esq. sup. izq.	0.30
P10	(4.00, 8.00)	0-2	Con vinculación exterior	0.0	Esq. sup. izq.	0.30
re	(8.05, 8.00)	0-2	Con vinculación exterior	0.0	Esq. sup. der.	0.40
P12	(4.00, 10.00)	0-2	Con vinculación exterior	0.0	Esq. sup. izq.	0.30
P13	(8.05, 10.00)	0-2	Con vinculación exterior	0.0	Esq. sup. der.	0.30

9.- DIMENSIONES, COEFICIENTES DE EMPOTRAMIENTO Y COEFICIENTES DE PANDEO PARA CADA PLANTA

Tabla 14 Datos de pilares 2; Fuente: CYPECAD

Referencia pilar	Planta	Dimensiones	Coefs. empotramiento		Coefs. pandeo	
			Cabeza	Pie	Pandeo x	Pandeo Y
Para todos los pilares	2	0.25x0.25	0.30	1.00	1.00	1.00
	1	0.25x0.25	1.00	1.00	1.00	1.00

10.- LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

-Tensión admisible en situaciones persistentes: 2.00 kp/cm²

-Tensión admisible en situaciones accidentales: 3.00 kp/cm²

12.- MATERIALES UTILIZADOS

12.1.- Hormigones

Para todos los elementos estructurales de la obra: HA-25, Control Estadístico; $f_{ck} = 255$ kp/cm²; $\gamma_c = 1.50$

12.2.- Aceros por elemento y posición

12.2.1.- Aceros en barras

Para todos los elementos estructurales de la obra: B 500 S, Control Normal; $f_{yk} = 5097$ kp/cm²; $\gamma_s = 1.15$

12.2.2.- Aceros en perfiles

Tabla 15 Características de los aceros; Fuente: CYPECAD

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (kp/cm ²)	Módulo de elasticidad (kp/cm ²)
Acero conformado	S235	2396	2140673
Acero laminado	S275	2803	2140673

6.2.2 - PILARES

1.- MATERIALES

1.1.- Hormigones

HA-25, Control Estadístico; $f_{ck} = 255$ kp/cm²; $\gamma_c = 1.50$

1.2.- Aceros por elemento y posición

1.2.1.- Aceros en barras

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

Para todos los elementos estructurales de la obra: B 500 S, Control Normal; $f_{yk} = 5097$ kp/cm²; $\gamma_s = 1.15$

1.2.2.- Aceros en perfiles

Tabla 16 Características de los aceros; Fuente: CYPECAD

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (kp/cm ²)	Módulo de elasticidad (kp/cm ²)
Acero conformado	S235	2396	2140673
Acero laminado	S275	2803	2140673

2.- ARMADO DE PILARES Y PANTALLAS

2.1.- Pilares

Tramo: Nivel inicial / nivel final del tramo entre plantas.

Armaduras:

Primer sumando: Armadura de esquina.

Segundo sumando: Armadura de cara X.

Tercer sumando: Armadura de cara Y.

Estribos: Se indica solamente el estribo perimetral dispuesto. Si existen otros estribos y ramas debe consultar el dibujo del cuadro de pilares. Pueden existir distintas separaciones en cabeza, pie y nudo, que puede consultar en opciones y despiece de pilares.

H: Altura libre del tramo de pilar sin arriostramiento intermedio.

H_{px}: Longitud de pandeo del tramo de pilar en dirección 'X'.

H_{py}: Longitud de pandeo del tramo de pilar en dirección 'Y'.

Pésimos: Esfuerzos pésimos (mayorados), correspondientes a la peor combinación que produce las mayores tensiones y/o deformaciones. Incluye la amplificación de esfuerzos debidos a los efectos de segundo orden y excentricidad adicional por pandeo.

Referencia: Esfuerzos pésimos (mayorados), correspondientes a la peor combinación que produce las mayores tensiones y/o deformaciones. Incluye la amplificación de esfuerzos debidos a los efectos de segundo orden (no incluye pandeo).

Nota:

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

Los esfuerzos están referidos a ejes locales del pilar.

Tabla 17 Armado y esfuerzos en pilares; Fuente: CYPECAD

Pilar	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Armaduras	Estribos	H (m)	Hpx (m)	Hpy (m)	Pésimos			Referencia		
									N (t)	Mx (t-m)	My (t-m)	N (t)	Mx (t-m)	My (t-m)
P1	Forjado Cubierta	25x25	1.00/3.75	4Ø12	Ø6c/15 cm	2.75	2.75	2.75	2.40	0.47	0.22	2.40	0.41	0.15
	Forjado Sanitario	25x25	0.00/0.75	4Ø12	Ø6c/15 cm	0.75	0.75	0.75	5.09	0.65	0.10	5.09	0.65	0.10
P2	Forjado Cubierta	25x25	1.00/3.75	4Ø12	Ø6c/15 cm	2.75	2.75	2.75	2.60	0.51	0.24	2.60	0.43	0.17
	Forjado Sanitario	25x25	0.00/0.75	4Ø12	Ø6c/15 cm	0.75	0.75	0.75	2.60	0.51	0.24	2.60	0.43	0.17
P3	Forjado Cubierta	25x25	1.00/3.75	4Ø12	Ø6c/15 cm	2.75	2.75	2.75	4.49	0.90	0.23	4.49	0.78	0.13
	Forjado Sanitario	25x25	0.00/0.75	4Ø16 + 2Ø12	Ø6c/15 cm	0.75	0.75	0.75	9.83	1.26	0.13	9.83	1.26	0.13
P4	Forjado Cubierta	25x25	1.00/3.75	4Ø12	Ø6c/15 cm	2.75	2.75	2.75	8.93	0.45	0.23	8.93	0.24	0.06
	Forjado Sanitario	25x25	0.00/0.75	4Ø12	Ø6c/15 cm	0.75	0.75	0.75	17.62	0.35	0.08	17.62	0.17	0.08
P5	Forjado Cubierta	25x25	1.00/3.75	4Ø12	Ø6c/15 cm	2.75	2.75	2.75	2.93	0.53	0.26	2.93	0.44	0.18
	Forjado Sanitario	25x25	0.00/0.75	4Ø12 + 2Ø12	Ø6c/15 cm	0.75	0.75	0.75	6.98	1.04	0.24	6.98	1.04	0.24
P6	Forjado Cubierta	25x25	1.00/3.75	4Ø12	Ø6c/15 cm	2.75	2.75	2.75	5.25	1.08	0.22	5.25	0.94	0.11
	Forjado Sanitario	25x25	0.00/0.75	4Ø20	Ø6c/16 cm	0.75	0.75	0.75	11.96	1.63	0.00	11.96	1.63	0.00
P7	Forjado Cubierta	25x25	1.00/3.75	4Ø12	Ø6c/15 cm	2.75	2.75	2.75	12.56	0.21	0.52	12.56	0.02	0.04
	Forjado Sanitario	25x25	0.00/0.75	4Ø12	Ø6c/15 cm	0.75	0.75	0.75	24.22	0.03	0.48	24.22	0.03	0.04
P8	Forjado Cubierta	25x25	1.00/3.75	4Ø12	Ø6c/15 cm	2.75	2.75	2.75	6.05	1.13	0.19	6.05	0.96	0.07
	Forjado Sanitario	25x25	0.00/0.75	4Ø20 + 2Ø12	Ø6c/15 cm	0.75	0.75	0.75	13.70	1.71	0.00	13.70	1.71	0.00
P9	Forjado Cubierta	25x25	1.00/3.75	4Ø12	Ø6c/15 cm	2.75	2.75	2.75	2.65	0.62	0.14	2.65	0.54	0.08
	Forjado Sanitario	25x25	0.00/0.75	4Ø12 + 2Ø12	Ø6c/15 cm	0.75	0.75	0.75	6.40	0.99	0.25	6.40	0.99	0.25
P10	Forjado Cubierta	25x25	1.00/3.75	4Ø12	Ø6c/15 cm	2.75	2.75	2.75	8.16	0.57	0.14	8.16	0.37	0.01
	Forjado Sanitario	25x25	0.00/0.75	4Ø12	Ø6c/15 cm	0.75	0.75	0.75	17.37	0.35	0.07	17.37	0.23	0.07
P11	Forjado Cubierta	25x25	1.00/3.75	4Ø12	Ø6c/15 cm	2.75	2.75	2.75	5.14	0.95	0.19	5.14	0.81	0.08
	Forjado Sanitario	25x25	0.00/0.75	4Ø16 + 2Ø12	Ø6c/15 cm	0.75	0.75	0.75	11.35	1.40	0.09	11.35	1.40	0.09
P12	Forjado Cubierta	25x25	1.00/3.75	4Ø12	Ø6c/15 cm	2.75	2.75	2.75	2.36	0.62	0.09	2.36	0.55	0.04
	Forjado Sanitario	25x25	0.00/0.75	4Ø12	Ø6c/15 cm	0.75	0.75	0.75	2.36	0.62	0.09	2.36	0.55	0.04
P13	Forjado Cubierta	25x25	1.00/3.75	4Ø12	Ø6c/15 cm	2.75	2.75	2.75	2.63	0.49	0.16	2.63	0.42	0.09
	Forjado Sanitario	25x25	0.00/0.75	4Ø12	Ø6c/15 cm	0.75	0.75	0.75	5.42	0.68	0.10	5.42	0.68	0.10

6.2.3 - VIGAS

Pórtico num.: nº de pórtico o alineación de vigas del grupo de plantas que se especifica a continuación.

Grupo de plantas: nº de orden del grupo de plantas.

Tramo nº: nº de tramo o vano de viga dentro de la alineación o pórtico.

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

Tramo nº y referencia elementos de apoyo: nº de tramo o vano de viga dentro de la alineación o pórtico y referencias de los elementos de apoyo.

L: Luz entre ejes de los elementos de apoyo (pilares, brochales, etc.) o a puntos de anclaje (calculados por el programa) de la armadura de positivos cuando no hay elementos de apoyo intermedios y la luz de la viga supera la longitud máxima de barra.

JÁCENA: Tipo de viga (plana, descolgada, celosía, pretensada, semi-invertida o cabeza colaborante).

SECCIÓN: B x H : dimensiones del ancho y del canto respectivamente cuando la viga es rectangular (tipo R)

B x H + B1 x H1: en vigas en L o T:

B x H: ancho por canto del alma

B1 x H1: ancho por canto del ala

Flecha=1.020 cm. (L/569): Flecha activa de la viga (magnitud de la flecha y relación luz-flecha).

A continuación se ofrecen analíticamente capacidades mecánicas y envolventes de esfuerzos (al ser envolventes, están mayorados) dividiendo la viga en seis partes iguales:

C.m. sup.: Capacidad mecánica de la armadura necesaria en la parte superior de la viga calculada a partir de la envolvente de momentos (o cuantía mínima necesaria) y la sección de la viga, en el punto que se especifica de la luz (fracciones sextas de la luz). En la misma línea se muestran las capacidades mecánicas representativas de la armadura necesaria calculada a partir de la misma envolvente en el punto que se especifica de la luz (máximos relativos en fracciones del tercio de la luz).

C.m. inf.: Capacidad mecánica de la armadura necesaria en la parte inferior de la viga calculada a partir de la envolvente de momentos (o cuantía mínima necesaria) y la sección de la viga, en el punto que se especifica de la luz (fracciones sextas de la luz). En la misma línea se muestran las capacidades mecánicas representativas de la armadura necesaria calculada a partir de la misma envolvente en el punto que se especifica de la luz (máximo relativo en fracciones del tercio de la luz).

Moment.: Envolvente de momentos flectores en el punto que se especifica de la luz de la viga (fracciones sextas de la luz). En la misma línea se muestran los momentos representativos en el punto que se especifica de la luz (máximos relativos en fracciones del tercio de la luz).

Cortant.: Envolvente de esfuerzos cortantes en el punto que se especifica de la luz de la viga (fracciones sextas de la luz). En la misma línea se muestran los cortantes representativos calculados a partir de la misma envolvente en el punto que se especifica de la luz de la viga.

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

Torsores: Envolvente de esfuerzos torsores en el punto que se especifica de la luz de la viga (fracciones sextas de la luz). En la misma línea se muestra el torsor borde apoyo (Td), que es el esfuerzo torsor en la cara o punto de contacto de la viga con el elemento de apoyo (con este dato se realiza la comprobación a compresión oblicua del hormigón por esfuerzo torsor), y además el torsor agotamiento (Tu1), que es el momento torsor último que resiste la sección de hormigón.

a continuación se representa el armado de una viga a modo de ejemplo:

ARM.SUPERIOR: $2\phi 16[0.15P+1.55=1.70]$, $3\phi 12[<<1.5+1.45=2.95]$ ----- $2\phi 20[1.60>>]$,
 $3\phi 16[1.20+0.15P=1.35]$

ARM. MONTAJE: $5\phi 10[5.30]$

ARM. MONTAJE ALAS: $4\phi 10[5.30]$

ARM.PIEL: $4\phi 10[5.20]$

ARM.INFERIOR: $3\phi 16[0.20P+5.3+0.20P=5.70]$, $2\phi 10[3.50]$

ESTRIBOS: $6x2e\phi 10+1r\phi 10c/0.20[1.00]$, $14x2e\phi 10+1r\phi 10c/0.30[4.00]$

$2\phi 16[0.15P+1.55=1.70]$: número de barras, calibre de éstas, longitud de la patilla, longitud recta y longitud total. Como longitud de la patilla se entiende la longitud recta vertical. Como longitud recta se entiende la distancia en la dirección de la viga.

$3\phi 12[<<1.5+1.45=2.95]$: (número de barras, calibre de éstas, longitud de la barra que está en el tramo anterior, longitud de la barra en el tramo (medida desde el eje de apoyo) y longitud total).

$6x2e\phi 10+1r\phi 10c/0.20[1.00]$: Armadura transversal (número de estribos en el intervalo de estribado, número de cercos por plano de armado, diámetro del cerco, número de ramas por plano de armado, diámetro de la rama, separación y longitud del intervalo).

Flecha posterior a tabiquería (incluso fluencia) = 1.020 cm. (L/569): Flecha activa de la viga (magnitud de la flecha y relación luz-flecha).

Obra: Estructura de Hormigón Armado (PFG -hormigón)

Sistema de unidades: M.K.S.

Materiales:

Hormigón: HA-25, Control Estadístico

Acero: B 500 S, Control Normal

**Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS
ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE**

Armado de vigas

Obra: Estructura de Hormigón Armado

Gr.pl. no 1 Forjado Sanitario --- Pl. igual 1

Pórtico 1 --- Grupo de plantas: 1

Tramo nº 1 (*P1 - P2*) (L= 3.75) Jácena plana Tipo R Sección B*H = 25 X 25 Flecha= 0.090 cm. (L/4154)

C.m.sup:	7.8	7.8	2.3	2.3	2.3	7.8	7.8
	7.8(0.11)		7.8(3.64)				

C.m.inf:	--	3.4	7.8	7.8	7.8	3.4	---
	7.8(0.75)		7.8(1.96)-		7.8(3.03)		

Arm.Superior: 2Ø10(0.17P+0.93=1.10) ----- 2Ø10(0.93+0.17P=1.10)

Arm.Montaje: 2Ø10(0.17P+3.94+0.17P=4.28)

Arm.Inferior: 2Ø12(0.17P+3.94+0.17P=4.28)

Estribos: 22x1eØ6c/0.16(3.50)

Pórtico 2 --- Grupo de plantas: 1

Tramo nº 1 (*P3 - P4*) (L= 3.75) Jácena plana Tipo R Sección B*H = 25 X 25 Flecha= 0.189 cm. (L/1982)

C.m.sup:	7.8	7.8	---	---	---	7.8	7.8
	10.9(0.13)		12.0(3.63)				

C.m.inf:	--	2.3	7.8	9.1	7.8	2.3	---
	7.8(0.75)		9.2(2.07)		7.8(3.03)		

Arm.Superior: 2Ø10(0.17P+0.93=1.10) ----- 2Ø12(0.85>>)

Arm.Montaje: 2Ø10(0.17P+3.98=4.15)

Arm.Inferior: 2Ø12(0.17P+4.03=4.20)

Estribos: 22x1eØ6c/0.16(3.50)

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

Tramo nº 2 (*P4 - P5*) (L= 4.00) Jácena plana Tipo R Sección B*H = 25 X 25 Flecha= 0.148 cm. (L/2708)

C.m.sup:	7.8	7.8	2.3	--	--	7.8	7.8
	9.8(0.13)		7.9(3.88)				
C.m.inf:	--	2.3	7.8	7.8	7.8	3.4	---
	3.4(0.78)		7.8(2.07)		7.8(3.21)		

Arm.Superior: 2Ø12(<<0.85+0.90=1.75) ----- 2Ø10(0.98+0.17P=1.15)

Arm.Montaje: 2Ø10(4.23+0.17P=4.40)

Arm.Inferior: 2Ø12(4.28+0.17P=4.45)

Estribos: 24x1eØ6c/0.16(3.75)

Pórtico 3 --- Grupo de plantas: 1

Tramo nº 1 (*P6 - P7*) (L= 3.88) Jácena plana Tipo R Sección B*H = 25 X 25 Flecha= 0.299 cm. (L/1299)

C.m.sup:	7.8	7.8	--	--	--	7.8	10.8
	13.7(0.13)		15.8(3.75)				
C.m.inf:	--	3.4	8.6	11.5	8.3	2.3	--
	7.8(0.75)		11.7(2.07)		7.8(3.11)		

Arm.Superior: 2Ø10(0.17P+0.98=1.15) ----- 3Ø12(0.90>>)

Arm.Montaje: 2Ø10(0.17P+4.08=4.25)

Arm.Inferior: 2Ø12(0.17P+4.13=4.30), 1Ø10(2.35)

Estribos: 23x1eØ6c/0.16(3.63)

Tramo nº 2 (*P7 - P8*) (L= 3.88) Jácena plana Tipo R Sección B*H = 25 X 25 Flecha= 0.301 cm. (L/1290)

C.m.sup:	10.8	7.8	--	--	--	7.8	7.8
	16.0(0.13)		13.6(3.75)				

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

C.m.inf: -- 2.3 8.0 11.5 8.9 7.8 --

 7.8(0.77) 11.7(2.19) 7.8(3.12)

Arm.Superior: 3Ø12(<<0.90+0.90=1.80) ----- 2Ø10(0.98+0.17P=1.15)

Arm.Montaje: 2Ø10(4.08+0.17P=4.25)

Arm.Inferior: 2Ø12(4.13+0.17P=4.30), 1Ø10(2.35)

Estribos: 23x1eØ6c/0.16(3.63)

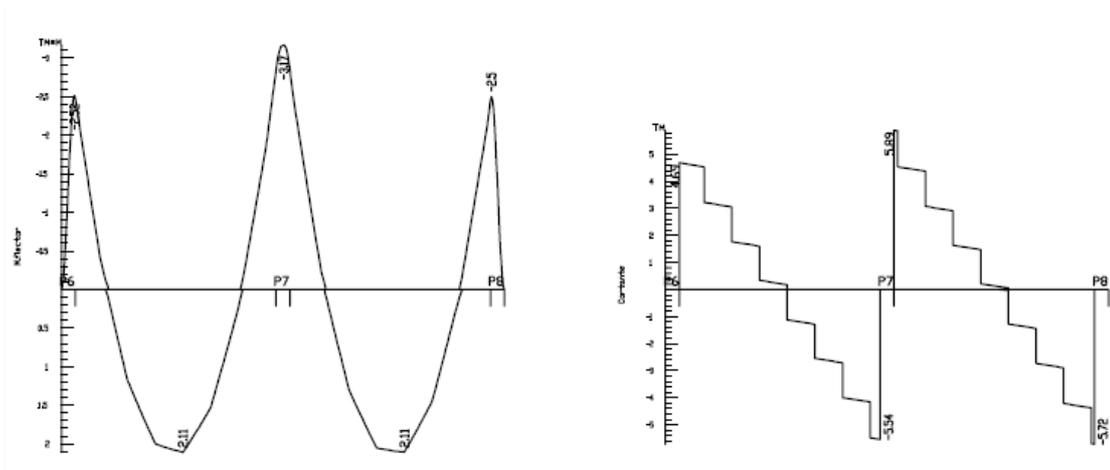


Ilustración 32 Diagrama de esfuerzos del pórtico 3; fuente: CYPECAD

Pórtico 4 --- Grupo de plantas: 1

Tramo nº 1 (*P9 -P10*) (L= 4.00) Jácena plana Tipo R Sección B*H = 25 X 25 Flecha= 0.148 cm. (L/2707)

C.m.sup: 7.8 7.8 2.3 -- 2.3 7.8 7.8

 8.2(0.13) 9.6(3.88)

C.m.inf: -- 2.3 7.8 7.8 7.8 2.3 --

 7.8(0.78) 7.8(2.07) 3.4(3.21)

Arm.Superior: 2Ø10(0.17P+0.98=1.15) ----- 3Ø12(0.90>>)

Arm.Montaje: 2Ø10(0.17P+4.23=4.40)

Arm.Inferior: 2Ø12(0.17P+4.28=4.45)

Estribos: 24x1eØ6c/0.16(3.75)

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

Tramo nº 2 (*P10-P11*) (L= 3.75) Jácena plana Tipo R Sección B*H = 25 X 25 Flecha= 0.206 cm. (L/1819)

C.m.sup:	7.8	7.8	--	--	--	7.8	7.8
	12.8(0.13)	11.1(3.63)					
C.m.inf:	--	2.3	7.8	9.5	7.8	3.4	--
	7.8(0.75)	9.7(2.07)	7.8(3.03)				

Arm.Superior: 3Ø12(<<0.90+0.85=1.75) ----- 2Ø10(0.93+0.17P=1.10)

Arm.Montaje: 2Ø10(3.98+0.17P=4.15)

Arm.Inferior: 2Ø12(4.03+0.17P=4.20)

Estribos: 22x1eØ6c/0.16(3.50)

Pórtico 5 --- Grupo de plantas: 1

Tramo nº 1 (*P12-P13*) (L= 3.75) Jácena plana Tipo R Sección B*H = 25 X 25 Flecha= 0.092 cm. (L/4087)

C.m.sup:	7.8	7.8	2.3	--	2.3	7.8	7.8
	7.8(0.11)	7.8(3.64)					
C.m.inf:	--	2.3	7.8	7.8	7.8	3.4	--
	7.8(0.75)	7.8(2.03)	7.8(3.03)				

Arm.Superior: 2Ø10(0.17P+0.93=1.10) ----- 2Ø10(0.93+0.17P=1.10)

Arm.Montaje: 2Ø10(0.17P+3.94+0.17P=4.28)

Arm.Inferior: 2Ø12(0.17P+3.94+0.17P=4.28)

Estribos: 22x1eØ6c/0.16(3.50)

Pórtico 6 --- Grupo de plantas: 1

Tramo nº 1 (*P1 - P3*) (L= 2.00) Jácena plana Tipo R Sección B*H = 25 X 25 Flecha= 0.003 cm. (L/67182)

C.m.sup:	7.8	7.8	3.4	2.3	2.3	7.8	7.8
----------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

7.8(0.11) 7.8(1.98)

C.m.inf: -- 3.4 7.8 7.8 7.8 3.4 --

3.4(0.38) 7.8(0.88) 3.4(1.63)

Arm.Superior: $2\emptyset 10(0.17P+0.58=0.75)$ ----- $2\emptyset 10(0.45>>)$

Arm.Montaje: $2\emptyset 10(0.17P+2.23=2.40)$

Arm.Inferior: $2\emptyset 12(0.17P+2.28=2.45)$

Estribos: $11x1e\emptyset 6c/0.16(1.75)$

Tramo nº 2 (*P3 - P6*) (L= 2.88) Jácena plana Tipo R Sección B*H = 25 X 25 Flecha= 0.016 cm. (L/18511)

C.m.sup: 7.8 7.8 2.3 2.3 2.3 7.8 7.8

7.8(0.11) 7.8(2.86)

C.m.inf: -- 3.4 7.8 7.8 7.8 3.4 --

3.4(0.50) 7.8(1.44) 3.4(2.38)

Arm.Superior: $2\emptyset 10(<<0.45+0.65=1.10)$ ----- $2\emptyset 10(0.65>>)$

Arm.Montaje: $2\emptyset 10(3.10)$

Arm.Inferior: $2\emptyset 12(3.20)$

Estribos: $17x1e\emptyset 6c/0.16(2.63)$

Tramo nº 3 (*P6 - P9*) (L= 2.88) Jácena plana Tipo R Sección B*H = 25 X 25 Flecha= 0.016 cm. (L/17549)

C.m.sup: 7.8 7.8 2.3 2.3 2.3 7.8 7.8

7.8(0.09) 7.8(2.77)

C.m.inf: -- 2.3 7.8 7.8 7.8 7.8 --

2.3(0.31) 7.8(1.63) 7.8(2.38)

Arm.Superior: $2\emptyset 10(<<0.65+0.65=1.30)$ ----- $2\emptyset 10(0.73+0.17P=0.90)$

Arm.Montaje: $2\emptyset 10(3.08+0.17P=3.25)$

Arm.Inferior: $2\emptyset 12(3.13+0.17P=3.30)$

**Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS
ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE**

Estribos: 17x1eØ6c/0.16(2.63)

Pórtico 7 --- Grupo de plantas: 1

Tramo nº 1 (*P2 - P4*) (L= 2.00) Jácena plana Tipo R Sección B*H = 25 X 25 Flecha= 0.004 cm. (L/52757)

C.m.sup: 7.8 7.8 3.4 2.3 2.3 3.4 7.8
 7.8(0.11) 7.8(1.89)

C.m.inf: -- 3.4 7.8 7.8 7.8 7.8 0.1
 3.4(0.38) 7.8(1.25) 7.8(1.63)

Arm.Superior: 2Ø10(0.17P+0.58=0.75) ----- 2Ø10(0.58+0.17P=0.75)

Arm.Montaje: 2Ø10(0.17P+2.19+0.17P=2.53)

Arm.Inferior: 2Ø12(0.17P+2.19+0.17P=2.53)

Estribos: 11x1eØ6c/0.16(1.75)

Pórtico 8 --- Grupo de plantas: 1

Tramo nº 1 (*P10-P12*) (L= 2.00) Jácena plana Tipo R Sección B*H = 25 X 25 Flecha= 0.004 cm. (L/55941)

C.m.sup: 7.8 7.8 3.4 2.3 2.3 7.8 7.8
 7.8(0.11) 7.8(1.89)

C.m.inf: -- 3.4 7.8 7.8 7.8 7.8 --
 3.4(0.38) 7.8(1.25) 7.8(1.63)

Arm.Superior: 2Ø10(0.17P+0.58=0.75) ----- 2Ø10(0.58+0.17P=0.75)

Arm.Montaje: 2Ø10(0.17P+2.19+0.17P=2.53)

Arm.Inferior: 2Ø12(0.17P+2.19+0.17P=2.53)

Estribos: 11x1eØ6c/0.16(1.75)

Pórtico 9 --- Grupo de plantas: 1

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

Tramo nº 1 (*P5 - P8*) (L= 2.88) Jácena plana Tipo R Sección B*H = 25 X 25 Flecha= 0.016 cm. (L/18460)

C.m.sup: 7.8 7.8 2.3 2.3 2.3 7.8 7.8

7.8(0.11) 7.8(2.80)

C.m.inf: -- 3.4 7.8 7.8 7.8 3.4 --

3.4(0.50) 7.8(1.44) 3.4(2.38)

Arm.Superior: 2Ø10(0.17P+0.73=0.90) ----- 2Ø10(0.65>>)

Arm.Montaje: 2Ø10(0.17P+3.08=3.25)

Arm.Inferior: 2Ø12(0.17P+3.13=3.30)

Estribos: 17x1eØ6c/0.16(2.63)

Tramo nº 2 (*P8 -P11*) (L= 2.88) Jácena plana Tipo R Sección B*H = 25 X 25 Flecha= 0.015 cm. (L/19554)

C.m.sup: 7.8 7.8 2.3 2.3 2.3 7.8 7.8

7.8(0.09) 7.8(2.79)

C.m.inf: -- 3.4 7.8 7.8 7.8 3.4 --

3.4(0.50) 7.8(1.44) 3.4(2.38)

Arm.Superior: 2Ø10(<<0.65+0.65=1.30) ----- 2Ø10(0.65>>)

Arm.Montaje: 2Ø10(3.10)

Arm.Inferior: 2Ø12(3.20)

Estribos: 17x1eØ6c/0.16(2.63)

Tramo nº 3 (*P11-P13*) (L= 2.00) Jácena plana Tipo R Sección B*H = 25 X 25 Flecha= 0.003 cm. (L/70078)

C.m.sup: 7.8 7.8 3.4 2.3 2.3 7.8 7.8

7.8(0.07) 7.8(1.89)

C.m.inf: -- 3.4 7.8 7.8 7.8 7.8 0.1

3.4(0.38) 7.8(1.25) 7.8(1.63)

Arm.Superior: 2Ø10(<<0.65+0.50=1.15) ----- 2Ø10(0.58+0.17P=0.75)

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

Arm.Montaje: $2\varnothing 10(2.23+0.17P=2.40)$

Arm.Inferior: $2\varnothing 12(2.28+0.17P=2.45)$

Estribos: $11x1e\varnothing 6c/0.16(1.75)$

Armado de vigas

Obra: Estructura de Hormigón Armado

Gr.pl. no 2 Forjado Cubierta --- Pl. igual 1

Pórtico 1 --- Grupo de plantas: 2

Tramo nº 1 (*P1 - P2*) (L= 3.75) Jácena plana Tipo R Sección B*H = 25 X 25 Flecha= 0.147 cm. (L/2544)

C.m.sup:	7.8	2.3	--	--	--	2.3	7.8
	7.8(0.09)	7.8(3.66)					

C.m.inf:	--	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	--
	7.8(0.75)	7.8(1.86)	7.8(3.03)				

Arm.Superior: $2\varnothing 10(0.17P+0.93=1.10)$ ---- $2\varnothing 10(0.93+0.17P=1.10)$

Arm.Montaje: $2\varnothing 10(0.17P+3.94+0.17P=4.28)$

Arm.Inferior: $2\varnothing 12(0.17P+3.94+0.17P=4.28)$

Estribos: $22x1e\varnothing 6c/0.16(3.50)$

Pórtico 2 --- Grupo de plantas: 2

Tramo nº 1 (*P3 - P4*) (L= 3.75) Jácena plana Tipo R Sección B*H = 25 X 25 Flecha= 0.316 cm. (L/1188)

C.m.sup:	7.8	2.3	--	--	--	7.8	8.4
	7.8(0.09)	12.5(3.63)					

C.m.inf:	--	7.8	10.2	11.0	7.8	2.3	--
	7.8(0.75)	11.5(1.57)	3.4(3.03)				

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

Arm.Superior: $2\varnothing 10(0.17P+0.93=1.10)$ ----- $3\varnothing 12(0.85>>)$

Arm.Montaje: $2\varnothing 10(0.17P+3.98=4.15)$

Arm.Inferior: $2\varnothing 12(0.17P+4.03=4.20)$, $1\varnothing 10(2.25)$

Estribos: $22 \times 1e\varnothing 6c/0.16(3.50)$

Tramo nº 2 (*P4 - P5*) (L= 4.00) Jácena plana Tipo R Sección B*H = 25 X 25 Flecha= 0.132 cm. (L/3029)

C.m.sup:	8.4	7.8	2.3	--	--	2.3	7.8
	12.2(0.13)	7.8(3.91)					

C.m.inf:	--	2.3	7.8	7.8	7.8	7.8	--
	2.3(0.78)	7.8(2.32)	7.8(3.21)				

Arm.Superior: $3\varnothing 12(<<0.85+1.10=1.95)$ ----- $2\varnothing 10(0.98+0.17P=1.15)$

Arm.Montaje: $2\varnothing 10(4.23+0.17P=4.40)$

Arm.Inferior: $2\varnothing 12(4.28+0.17P=4.45)$

Estribos: $24 \times 1e\varnothing 6c/0.16(3.75)$

Pórtico 3 --- Grupo de plantas: 2

Tramo nº 1 (*P6 - P7*) (L= 3.88) Jácena plana Tipo R Sección B*H = 25 X 25 Flecha= 0.406 cm. (L/956)

C.m.sup:	7.8	--	--	--	--	7.8	12.6
	7.8(0.09)	19.2(3.75)					

C.m.inf:	--	7.8	12.1	12.5	7.8	2.3	--
	7.8(0.75)	13.4(1.57)	2.3(3.11)				

Arm.Superior: $2\varnothing 10(0.17P+0.98=1.15)$ ----- $2\varnothing 16(0.95>>)$

Arm.Montaje: $2\varnothing 10(0.17P+4.08=4.25)$

Arm.Inferior: $2\varnothing 12(0.17P+4.13=4.30)$, $1\varnothing 10(2.60)$

Estribos: $23 \times 1e\varnothing 6c/0.16(3.63)$

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

Tramo nº 2 (*P7 - P8*) (L= 3.88) Jácena plana Tipo R Sección B*H = 25 X 25 Flecha= 0.408 cm. (L/952)

C.m.sup:	12.6	7.8	--	--	--	--	7.8
	19.1(0.13)	7.8(3.79)					
C.m.inf:	--	2.3	7.8	12.5	12.5	7.8	--
	2.3(0.77)	13.5(2.19)	7.9(3.12)				

Arm.Superior: 2Ø16(<<0.95+0.95=1.90) ----- 2Ø10(0.98+0.17P=1.15)

Arm.Montaje: 2Ø10(4.08+0.17P=4.25)

Arm.Inferior: 2Ø10(4.13+0.17P=4.30), 2Ø10(3.35)

Estribos: 23x1eØ6c/0.16(3.63)

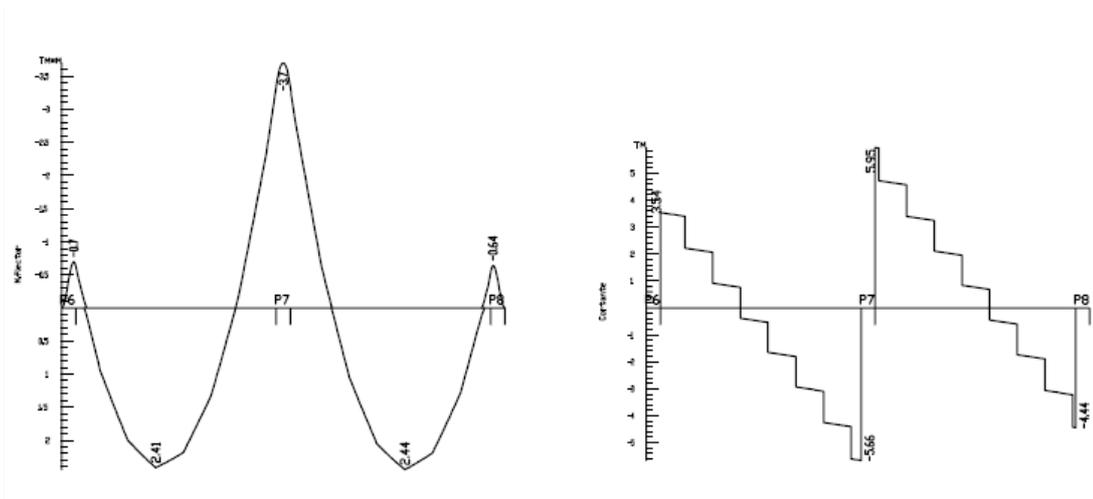


Ilustración 33 Diagrama de esfuerzos en pórtico 3; Fuente: CYPECAD

Pórtico 4 --- Grupo de plantas: 2

Tramo nº 1 (*P9 -P10*) (L= 4.00) Jácena plana Tipo R Sección B*H = 25 X 25 Flecha= 0.130 cm. (L/3070)

C.m.sup:	7.8	2.3	--	--	2.3	7.8	8.3
	7.8(0.09)	12.0(3.88)					
C.m.inf:	--	7.8	7.8	7.8	7.8	2.3	--

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

7.8(0.78) 7.8(1.57) 2.3(3.21)

Arm.Superior: 2Ø10(0.17P+0.98=1.15) ----- 3Ø12(1.05>>)

Arm.Montaje: 2Ø10(0.17P+4.23=4.40)

Arm.Inferior: 2Ø12(0.17P+4.28=4.45)

Estribos: 24x1eØ6c/0.16(3.75)

Tramo nº 2 (*P10-P11*) (L= 3.75) Jácena plana Tipo R Sección B*H = 25 X 25 Flecha= 0.325 cm. (L/1155)

C.m.sup: 8.3 7.8 -- -- -- -- 7.8

12.7(0.13) 7.8(3.66)

C.m.inf: -- 2.3 7.8 11.1 10.6 7.8 --

7.8(0.75) 11.7(2.07) 7.8(3.03)

Arm.Superior: 3Ø12(<<1.05+0.85=1.90) ----- 2Ø10(0.93+0.17P=1.10)

Arm.Montaje: 2Ø10(3.98+0.17P=4.15)

Arm.Inferior: 2Ø12(4.03+0.17P=4.20), 1Ø10(2.25)

Estribos: 22x1eØ6c/0.16(3.50)

Pórtico 5 --- Grupo de plantas: 2

Tramo nº 1 (*P12-P13*) (L= 3.75) Jácena plana Tipo R Sección B*H = 25 X 25 Flecha= 0.148 cm. (L/2535)

C.m.sup: 7.8 2.3 -- -- -- 2.3 7.8

7.8(0.11) 7.8(3.66)

C.m.inf: -- 7.8 7.8 7.8 7.8 7.8 --

7.8(0.75) 7.8(2.07) 7.8(3.03)

Arm.Superior: 2Ø10(0.17P+0.93=1.10) ----- 2Ø10(0.93+0.17P=1.10)

Arm.Montaje: 2Ø10(0.17P+3.94+0.17P=4.28)

Arm.Inferior: 2Ø12(0.17P+3.94+0.17P=4.28)

Estribos: 22x1eØ6c/0.16(3.50)

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

Pórtico 6 --- Grupo de plantas: 2

Tramo nº 1 (*P1 - P3*) (L= 2.00) Jácena plana Tipo R Sección B*H = 25 X 25 Flecha= 0.002 cm. (L/84408)

C.m.sup: 7.8 3.4 2.3 2.3 2.3 7.8 7.8
 7.8(0.09) 7.8(1.98)

C.m.inf: -- 7.8 7.8 7.8 7.8 3.4 --
 7.8(0.38) 7.8(0.75) 3.4(1.63)

Arm.Superior: 2Ø10(0.17P+0.58=0.75) ----- 2Ø10(0.50>>)

Arm.Montaje: 2Ø10(0.17P+2.23=2.40)

Arm.Inferior: 2Ø12(0.17P+2.28=2.45)

Estribos: 11x1eØ6c/0.16(1.75)

Tramo nº 2 (*P3 - P6*) (L= 2.88) Jácena plana Tipo R Sección B*H = 25 X 25 Flecha= 0.008 cm. (L/34390)

C.m.sup: 7.8 7.8 2.3 2.3 2.3 7.8 7.8
 7.8(0.09) 7.8(2.86)

C.m.inf: -- 3.4 7.8 7.8 7.8 2.3 --
 3.4(0.50) 7.8(1.44) 2.3(2.38)

Arm.Superior: 2Ø10(<<0.50+0.65=1.15) ----- 2Ø10(0.65>>)

Arm.Montaje: 2Ø10(3.10)

Arm.Inferior: 2Ø12(3.20)

Estribos: 17x1eØ6c/0.16(2.63)

Tramo nº 3 (*P6 - P9*) (L= 2.88) Jácena plana Tipo R Sección B*H = 25 X 25 Flecha= 0.015 cm. (L/19553)

C.m.sup: 7.8 7.8 2.3 2.3 2.3 2.3 7.8
 7.8(0.07) 7.8(2.79)

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

C.m.inf: -- 2.3 7.8 7.8 7.8 7.8 --

 2.3(0.50) 7.8(1.81) 7.8(2.38)

Arm.Superior: 2Ø10(<<0.65+0.65=1.30) ----- 2Ø10(0.73+0.17P=0.90)

Arm.Montaje: 2Ø10(3.08+0.17P=3.25)

Arm.Inferior: 2Ø12(3.13+0.17P=3.30)

Estribos: 17x1eØ6c/0.16(2.63)

Pórtico 7 --- Grupo de plantas: 2

Tramo nº 1 (*P2 - P4*) (L= 2.00) Jácena plana Tipo R Sección B*H = 25 X 25 Flecha= 0.005 cm. (L/40445)

C.m.sup: 7.8 7.8 2.3 2.3 2.3 3.4 3.4

 7.8(0.09) 3.4(1.91)

C.m.inf: -- 7.8 7.8 7.8 7.8 7.8 --

 7.8(0.38) 7.8(1.25) 7.8(1.63)

Arm.Superior: 2Ø10(0.17P+0.58=0.75) -----

Arm.Montaje: 2Ø10(0.17P+2.19+0.17P=2.53)

Arm.Inferior: 2Ø12(0.17P+2.19+0.17P=2.53)

Estribos: 11x1eØ6c/0.16(1.75)

Pórtico 8 --- Grupo de plantas: 2

Tramo nº 1 (*P10-P12*) (L= 2.00) Jácena plana Tipo R Sección B*H = 25 X 25 Flecha= 0.003 cm. (L/75598)

C.m.sup: 7.8 7.8 2.3 2.3 2.3 3.4 3.4

 7.8(0.11) 3.4(1.91)

C.m.inf: -- 2.3 7.8 7.8 7.8 7.8 --

 2.3(0.25) 7.8(1.38) 7.8(1.63)

Arm.Superior: 2Ø10(0.17P+0.63=0.80) -----

Arm.Montaje: 2Ø10(0.17P+2.19+0.17P=2.53)

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

Arm.Inferior: $2\phi 12(0.17P+2.19+0.17P=2.53)$

Estribos: $11x1e\phi 6c/0.16(1.75)$

Pórtico 9 --- Grupo de plantas: 2

Tramo nº 1 (*P5 - P8*) (L= 2.88) Jácena plana Tipo R Sección B*H = 25 X 25 Flecha= 0.014 cm. (L/20918)

C.m.sup:	7.8	3.4	2.3	2.3	2.3	7.8	7.8
	7.8(0.09)		7.8(2.82)				

C.m.inf:	--	7.8	7.8	7.8	7.8	3.4	--
	7.8(0.50)		7.8(1.25)		3.4(2.38)		

Arm.Superior: $2\phi 10(0.17P+0.73=0.90)$ ----- $2\phi 10(0.65>>)$

Arm.Montaje: $2\phi 10(0.17P+3.08=3.25)$

Arm.Inferior: $2\phi 12(0.17P+3.13=3.30)$

Estribos: $17x1e\phi 6c/0.16(2.63)$

Tramo nº 2 (*P8 -P11*) (L= 2.88) Jácena plana Tipo R Sección B*H = 25 X 25 Flecha= 0.008 cm. (L/37629)

C.m.sup:	7.8	7.8	2.3	2.3	2.3	7.8	7.8
	7.8(0.02)		7.8(2.86)				

C.m.inf:	--	2.3	7.8	7.8	7.8	7.8	--
	2.3(0.50)		7.8(1.63)		7.8(2.38)		

Arm.Superior: $2\phi 10(<<0.65+0.65=1.30)$ ----- $2\phi 10(0.65>>)$

Arm.Montaje: $2\phi 10(3.10)$

Arm.Inferior: $2\phi 12(3.20)$

Estribos: $17x1e\phi 6c/0.16(2.63)$

Tramo nº 3 (*P11-P13*) (L= 2.00) Jácena plana Tipo R Sección B*H = 25 X 25 Flecha= 0.002 cm. (L/87981)

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

C.m.sup: 7.8 7.8 2.3 2.3 2.3 3.4 3.4
7.8(0.07) 3.4(1.91)

C.m.inf: -- 2.3 7.8 7.8 7.8 7.8 0.1
2.3(0.25) 7.8(1.38) 7.8(1.63)

Arm.Superior: $2\varnothing 10 (< 0.65 + 0.50 = 1.15)$ -----

Arm.Montaje: $2\varnothing 10 (2.23 + 0.17P = 2.40)$

Arm.Inferior: $2\varnothing 12 (2.28 + 0.17P = 2.45)$

Estribos: $11 \times 1e\varnothing 6c / 0.16 (1.75)$

6.3 - ESTRUCTURA DE ACERO

6.3.1 - DATOS DE OBRA

1.- VERSIÓN DEL PROGRAMA Y NÚMERO DE LICENCIA

Programa utilizado: CYPECAD

Versión: 2013

Número de licencia: 120020

2.- DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

Proyecto: Estructura de acero para pfg

Clave: PFG Acero soldado

3.- NORMAS CONSIDERADAS

Hormigón: EHE-98-CTE

Aceros conformados: CTE DB SE-A

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Forjados de viguetas: EFHE

Categoría de uso: A. Zonas residenciales

4.- ACCIONES CONSIDERADAS

4.1.- Gravitatorias

Tabla 18 Acciones consideradas; Fuente: CYPECAD

Planta	S.C.U (t/m ²)	Cargas muertas (t/m ²)
Forjado 2	0.12	0.08
Forjado 1	0.20	0.04
Cimentación	0.00	0.00

4.2.- Viento

CTE DB SE-AE

Código Técnico de la Edificación.

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

Documento Básico Seguridad Estructural - Acciones en la Edificación

Zona eólica: A

Grado de aspereza: IV. Zona urbana, industrial o forestal

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

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

Donde:

q_b Es la presión dinámica del viento conforme al mapa eólico del Anejo D.

c_e Es el coeficiente de exposición, determinado conforme a las especificaciones del Anejo D.2, en función del grado de aspereza del entorno y la altura sobre el terreno del punto considerado.

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

Tabla 19 Coeficientes para el cálculo de la carga de viento; Fuente: CYPECAD

	Viento X			Viento Y		
q_b (t/m ²)	esbeltez	c_p (presión)	c_p (succión)	esbeltez	c_p (presión)	c_p (succión)
0.04	0.50	0.70	-0.40	0.40	0.70	-0.36

Tabla 20 Anchos de banda considerados para el cálculo de la carga de viento; Fuente: CYPECAD

Anchos de banda		
Plantas	Ancho de banda Y (m)	Ancho de banda X (m)
En todas las plantas	10.00	8.00

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Coeficientes de Cargas

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

+X: 0.36 -X:0.36

+Y: 0.63 -Y:0.63

Tabla 21 – Cargas de viento a considerar; Fuente: CYPECAD

Cargas de viento				
Planta	Viento +X (t)	Viento -X (t)	Viento +Y (t)	Viento -Y (t)
Forjado 2	0.340	-0.340	0.458	-0.458
Forjado 1	0.453	-0.453	0.611	-0.611

Conforme al artículo 3.3.2., apartado 2 del Documento Básico AE, se ha considerado que las fuerzas de viento por planta, en cada dirección del análisis, actúan con una excentricidad de $\pm 5\%$ de la dimensión máxima del edificio.

4.3.- Sismo

Sin acción de sismo

4.4.- Fuego

Tabla 22 – Resistencia al fuego; Fuente: CYPECAD

Datos por planta						
Planta	R. req.	F. Comp.	Revestimiento de elementos de hormigón		Revestimiento de elementos metálicos	
			Inferior (forjados y vigas)	Pilares y muros	Vigas	Pilares
Forjado 2	R 60	-	Mortero de yeso	Mortero de yeso	Placa de cartón yeso	Placa de cartón yeso
Forjado 1	-	-	-	-	-	-

Notas:

- R. req.: resistencia requerida, periodo de tiempo durante el cual un elemento estructural debe mantener su capacidad portante, expresado en minutos.
- F. Comp.: indica si el forjado tiene función de compartimentación.

4.5.- Hipótesis de carga

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

Tabla 23 Hipótesis de carga a considerar; Fuente: CYPECAD

Automáticas	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga de uso Viento +X exc.+ Viento +X exc.- Viento -X exc.+ Viento -X exc.- Viento +Y exc.+ Viento +Y exc.- Viento -Y exc.+ Viento -Y exc.-	
Adicionales	Referencia	Naturaleza
	N 1	Nieve

4.6.- Listado de cargas

Cargas especiales introducidas (en Tm, Tm/m y Tm/m²)

Tabla 24 Cargas lineales; Fuente: CYPECAD

Grupo	Hipótesis	Tipo	Valor	Coordenadas
1	Cargas muertas	Lineal	0.20	(0.05, 5.00) (0.05, 7.94)
	Cargas muertas	Lineal	0.20	(0.06, 7.94) (4.06, 7.94)
	Cargas muertas	Lineal	0.20	(4.05, 7.94) (4.05, 9.95)
	Cargas muertas	Lineal	0.20	(4.05, 9.95) (7.95, 9.95)
	Cargas muertas	Lineal	0.20	(7.95, 7.94) (7.95, 9.95)
	Cargas muertas	Lineal	0.20	(7.95, 5.00) (7.95, 7.94)
	Cargas muertas	Lineal	0.20	(7.95, 2.06) (7.95, 5.00)

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

Grupo	Hipótesis	Tipo	Valor	Coordenadas
			0.20	(3.94, 2.06) (7.94, 2.06)
			0.20	(3.95, 0.05) (3.95, 2.06)
			0.20	(0.05, 0.05) (3.95, 0.05)
			0.20	(0.05, 0.05) (0.05, 2.06)
			0.20	(0.05, 2.06) (0.05, 5.00)
			0.09	(4.06, 7.94) (7.94, 7.94)
2			0.02	(0.05, 2.06) (0.05, 5.00)
			0.02	(0.05, 5.00) (0.05, 7.94)
			0.02	(0.06, 7.94) (4.06, 7.94)
			0.02	(4.05, 7.94) (4.05, 9.95)
			0.02	(4.05, 9.95) (7.95, 9.95)
			0.02	(7.95, 7.94) (7.95, 9.95)
			0.02	(7.95, 5.00) (7.95, 7.94)
			0.02	(7.95, 2.06) (7.95, 5.00)
			0.02	(3.94, 2.06) (7.94, 2.06)
			0.02	(3.95, 0.05) (3.95, 2.06)
			0.02	(0.05, 0.05) (3.95, 0.05)
			0.02	(0.05, 0.05) (0.05, 2.06)

5.- ESTADOS LÍMITE

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

Tabla 25 Estados limite; Fuente: CYPECAD

E.L.U. de rotura. Hormigón	CTE
E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	Control de la ejecución: Normal Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
E.L.U. de rotura. Acero laminado	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno Desplazamientos	Acciones características

6.- SITUACIONES DE PROYECTO

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

- **Con coeficientes de combinación**

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- **Sin coeficientes de combinación**

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

G_k Acción permanente

Q_k Acción variable

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

$\psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

6.1.- Coeficientes parciales de seguridad (γ) y coeficientes de combinación (ψ)

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-98-CTE

Tabla 26 Coeficiente de seguridad y combinación para el cálculo de ELU en hormigón estructural;
Fuente: CYPECAD

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.500	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.600	1.000	0.500

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-98-CTE

Tabla 27 Coeficientes de seguridad y combinación para el cálculo de ELU en hormigón de cimentación;
Fuente: CYPECAD

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Nieve (Q)	0.000	1.600	1.000	0.500

E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

Tabla 28 Coeficientes de seguridad y combinación para el cálculo de ELU en acero; Fuente: CYPECAD

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Tabla 29 Coeficientes de seguridad y combinación para el cálculo de ELU en acero en caso accidental; ; Fuente: CYPECAD

Accidental de incendio				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.500	0.300
Viento (Q)	0.000	1.000	0.500	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.200	0.000

Tensiones sobre el terreno

Tabla 30 Tensiones sobre el terreno; Fuente: CYPECAD

Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000

Desplazamientos

Tabla 31 Acciones variables sin sismo; Fuente: CYPECAD

Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000

7.- DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS

Tabla 32 Datos geométricos de grupos y plantas; Fuente: CYPECAD

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
2	Forjado 2	2	Forjado 2	3.00	4.00

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
1	Forjado 1	1	Forjado 1	1.00	1.00
0	Cimentación				0.00

8.- DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS

8.1.- Pilares

GI: grupo inicial

GF: grupo final

Ang: ángulo del pilar en grados sexagesimales

Datos de los pilares

Tabla 33 Datos geométricos de pilares; Fuente: CYPECAD

Referencia	Coord(P.Fijo)	GI- GF	Vinculación exterior	Ang.	Punto fijo	Canto de apoyo
P1	(0.00, 0.00)	0-2	Con vinculación exterior	0.0	Esq. inf. izq.	0.40
P2	(4.00, 0.00)	0-2	Con vinculación exterior	0.0	Esq. inf. der.	0.40
P3	(0.00, 2.00)	0-2	Con vinculación exterior	0.0	Esq. inf. izq.	0.40
P4	(4.00, 2.00)	0-2	Con vinculación exterior	0.0	Esq. inf. der.	0.40
P5	(8.00, 2.00)	0-2	Con vinculación exterior	0.0	Esq. inf. der.	0.40
P6	(0.00, 5.00)	0-2	Con vinculación exterior	0.0	Mitad izquierda	0.40
P7	(4.00, 5.00)	0-2	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.40
P8	(8.00, 5.00)	0-2	Con vinculación exterior	0.0	Mitad derecha	0.40
P9	(0.00, 8.00)	0-2	Con vinculación exterior	0.0	Esq. sup. izq.	0.40
P10	(4.00, 8.00)	0-2	Con vinculación exterior	0.0	Esq. sup. izq.	0.40
P11	(8.00, 8.00)	0-2	Con vinculación exterior	0.0	Esq. sup. der.	0.40
P12	(4.00, 10.00)	0-2	Con vinculación exterior	0.0	Esq. sup. izq.	0.40
P13	(8.00, 10.00)	0-2	Con vinculación exterior	0.0	Esq. sup. der.	0.40

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

9.- DIMENSIONES, COEFICIENTES DE EMPOTRAMIENTO Y COEFICIENTES DE PANDEO PARA CADA PLANTA

Tabla 34 Datos de pilares; Fuente: CYPECAD

Referencia pilar	Planta	Dimensiones	Coefs. empotramiento		Coefs. pandeo	
			Cabeza	Pie	Pandeo x	Pandeo Y
P1,P2,P12,P13	2	HE 100 B	1.00	1.00	1.00	1.00
	1	HE 100 B	1.00	1.00	1.00	1.00
P3,P4,P5,P6,P7,P8, P9,P10,P11	2	HE 120 B	1.00	1.00	1.00	1.00
	1	HE 120 B	1.00	1.00	1.00	1.00

10.- LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

-Tensión admisible en situaciones persistentes: 2.00 kp/cm²

-Tensión admisible en situaciones accidentales: 3.00 kp/cm²

11.- MATERIALES UTILIZADOS

11.1.- Hormigones

Para todos los elementos estructurales de la obra: HA-25, Control Estadístico; $f_{ck} = 255 \text{ kp/cm}^2$; $\gamma_c = 1.50$

11.2.- Aceros por elemento y posición

11.2.1.- Aceros en barras

Para todos los elementos estructurales de la obra: B 500 S, Control Normal; $f_{yk} = 5097 \text{ kp/cm}^2$; $\gamma_s = 1.15$

11.2.2.- Aceros en perfiles

Tabla 35 Características del acero en perfiles; Fuente: CYPECAD

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (kp/cm ²)	Módulo de elasticidad (kp/cm ²)
Acero conformado	S235	2396	2140673

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (kp/cm ²)	Módulo de elasticidad (kp/cm ²)
Acero laminado	S275	2803	2140673
Acero de pernos	B 500 S, $\gamma_s = 1.15$ (corrugado)	5097	2100000

6.3.2 - PILARES

1.- MATERIALES

1.1.- Hormigones

HA-25, Control Estadístico; $f_{ck} = 255 \text{ kp/cm}^2$; $\gamma_c = 1.50$

1.2.- Aceros por elemento y posición

1.2.1.- Aceros en barras

Para todos los elementos estructurales de la obra: B 500 S, Control Normal; $f_{yk} = 5097 \text{ kp/cm}^2$; $\gamma_s = 1.15$

1.2.2.- Aceros en perfiles

Tabla 36 Características del acero en perfiles; Fuente: CYPECAD

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (kp/cm ²)	Módulo de elasticidad (kp/cm ²)
Acero conformado	S235	2396	2140673
Acero laminado	S275	2803	2140673

2.- ARMADO DE PILARES Y PANTALLAS

2.1.- Pilares

Tramo: Nivel inicial / nivel final del tramo entre plantas.

Armaduras:

Primer sumando: Armadura de esquina.

Segundo sumando: Armadura de cara X.

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

Tercer sumando: Armadura de cara Y.

Estribos: Se indica solamente el estribo perimetral dispuesto. Si existen otros estribos y ramas debe consultar el dibujo del cuadro de pilares. Pueden existir distintas separaciones en cabeza, pie y nudo, que puede consultar en opciones y despiece de pilares.

H: Altura libre del tramo de pilar sin arriostramiento intermedio.

Hpx: Longitud de pandeo del tramo de pilar en dirección 'X'.

Hpy: Longitud de pandeo del tramo de pilar en dirección 'Y'.

Pésimos: Esfuerzos pésimos (mayorados), correspondientes a la peor combinación que produce las mayores tensiones y/o deformaciones. Incluye la amplificación de esfuerzos debidos a los efectos de segundo orden y excentricidad adicional por pandeo.

Referencia: Esfuerzos pésimos (mayorados), correspondientes a la peor combinación que produce las mayores tensiones y/o deformaciones. Incluye la amplificación de esfuerzos debidos a los efectos de segundo orden (no incluye pandeo).

Nota:

Los esfuerzos están referidos a ejes locales del pilar.

Tabla 37 Tipología y esfuerzos en pilares; Fuente: CYPECAD

Pilar	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	H (m)	Hpx (m)	Hpy (m)	Pésimos			Referencia		
							N (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	N (t)	Mx (t·m)	My (t·m)
P1	Forjado 2	HE 100 B	1.00/3.61	2.61	2.61	2.61	1.47	-0.59	-0.01	1.47	-0.59	-0.01
	Forjado 1	HE 100 B	0.00/0.59	0.59	0.59	0.59	3.69	-0.39	-0.03	3.69	-0.39	-0.03
P2	Forjado 2	HE 100 B	1.00/3.61	2.61	2.61	2.61	1.43	0.59	-0.01	1.43	0.59	-0.01
	Forjado 1	HE 100 B	0.00/0.59	0.59	0.59	0.59	3.64	0.38	-0.03	3.64	0.38	-0.03
P3	Forjado 2	HE 120 B	1.00/3.53	2.53	2.53	2.53	4.35	-1.28	-0.00	4.35	-1.28	-0.00
	Forjado 1	HE 120 B	0.00/0.53	0.53	0.53	0.53	9.78	-0.92	0.06	9.78	-0.92	0.06
P4	Forjado 2	HE 120 B	1.00/3.53	2.53	2.53	2.53	8.40	0.60	-0.03	8.40	0.60	-0.03
	Forjado 1	HE 120 B	0.00/0.53	0.53	0.53	0.53	16.82	0.35	0.06	16.82	0.35	0.06
P5	Forjado 2	HE 120 B	1.00/3.55	2.55	2.55	2.55	2.08	0.62	-0.01	2.08	0.62	-0.01
	Forjado 1	HE 120 B	0.00/0.57	0.57	0.57	0.57	5.42	0.64	-0.06	5.42	0.64	-0.06

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

Pilar	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	H (m)	Hpx (m)	Hpy (m)	Pésimos			Referencia		
							N (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	N (t)	Mx (t·m)	My (t·m)
P6	Forjado 2	HE 120 B	1.00/3.51	2.51	2.51	2.51	4.73	-1.12	0.00	4.73	-1.12	0.00
	Forjado 1	HE 120 B	0.00/0.53	0.53	0.53	0.53	10.90	-1.07	0.06	10.90	-1.07	0.06
P7	Forjado 2	HE 120 B	1.00/3.51	2.51	2.51	2.51	12.51	-0.00	-0.31	12.51	-0.00	-0.31
	Forjado 1	HE 120 B	0.00/0.53	0.53	0.53	0.53	23.54	0.01	0.32	23.54	0.01	0.32
P8	Forjado 2	HE 120 B	1.00/3.51	2.51	2.51	2.51	4.81	1.13	-0.00	4.81	1.13	-0.00
	Forjado 1	HE 120 B	0.00/0.53	0.53	0.53	0.53	11.10	1.09	0.06	11.10	1.09	0.06
P9	Forjado 2	HE 120 B	1.00/3.55	2.55	2.55	2.55	2.05	-0.62	0.01	2.05	-0.62	0.01
	Forjado 1	HE 120 B	0.00/0.57	0.57	0.57	0.57	5.37	-0.64	0.07	5.37	-0.64	0.07
P10	Forjado 2	HE 120 B	1.00/3.53	2.53	2.53	2.53	8.03	-0.57	0.30	8.03	-0.57	0.30
	Forjado 1	HE 120 B	0.00/0.53	0.53	0.53	0.53	16.28	0.19	-0.25	16.28	0.19	-0.25
P11	Forjado 2	HE 120 B	1.00/3.53	2.53	2.53	2.53	4.41	1.28	0.00	4.41	1.28	0.00
	Forjado 1	HE 120 B	0.00/0.53	0.53	0.53	0.53	10.11	0.96	0.06	10.11	0.96	0.06
P12	Forjado 2	HE 100 B	1.00/3.61	2.61	2.61	2.61	1.42	-0.59	0.01	1.42	-0.59	0.01
	Forjado 1	HE 100 B	0.00/0.59	0.59	0.59	0.59	3.63	-0.38	0.03	3.63	-0.38	0.03
P13	Forjado 2	HE 100 B	1.00/3.61	2.61	2.61	2.61	1.48	0.59	0.01	1.48	0.59	0.01
	Forjado 1	HE 100 B	0.00/0.59	0.59	0.59	0.59	3.75	0.40	0.03	3.75	0.40	0.03

6.3.3 - VIGAS

Pórtico num.: nº de pórtico o alineación de vigas del grupo de plantas que se especifica a continuación.

Grupo de plantas: nº de orden del grupo de plantas.

Tramo nº: nº de tramo o vano de viga dentro de la alineación o pórtico.

Tramo nº y referencia elementos de apoyo: nº de tramo o vano de viga dentro de la alineación o pórtico y referencias de los elementos de apoyo.

L: Luz entre ejes de los elementos de apoyo (pilares, brochales, etc.) o a puntos de anclaje (calculados por el programa) de la armadura de positivos cuando no hay elementos de apoyo intermedios y la luz de la viga supera la longitud máxima de barra.

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

JÁCENA: Tipo de viga (plana, descolgada, celosía, pretensada, semi-invertida o cabeza colaborante).

SECCIÓN: $B \times H$: dimensiones del ancho y del canto respectivamente cuando la viga es rectangular (tipo R)

$B \times H + B1 \times H1$: en vigas en L o T:

$B \times H$: ancho por canto del alma

$B1 \times H1$: ancho por canto del ala

Flecha=1.020 cm. (L/569): Flecha activa de la viga (magnitud de la flecha y relación luz-flecha).

A continuación se ofrecen analíticamente capacidades mecánicas y envolventes de esfuerzos (al ser envolventes, están mayorados) dividiendo la viga en seis partes iguales:

C.m. sup.: Capacidad mecánica de la armadura necesaria en la parte superior de la viga calculada a partir de la envolvente de momentos (o cuantía mínima necesaria) y la sección de la viga, en el punto que se especifica de la luz (fracciones sextas de la luz). En la misma línea se muestran las capacidades mecánicas representativas de la armadura necesaria calculada a partir de la misma envolvente en el punto que se especifica de la luz (máximos relativos en fracciones del tercio de la luz).

C.m. inf.: Capacidad mecánica de la armadura necesaria en la parte inferior de la viga calculada a partir de la envolvente de momentos (o cuantía mínima necesaria) y la sección de la viga, en el punto que se especifica de la luz (fracciones sextas de la luz). En la misma línea se muestran las capacidades mecánicas representativas de la armadura necesaria calculada a partir de la misma envolvente en el punto que se especifica de la luz (máximo relativo en fracciones del tercio de la luz).

Moment.: Envolvente de momentos flectores en el punto que se especifica de la luz de la viga (fracciones sextas de la luz). En la misma línea se muestran los momentos representativos en el punto que se especifica de la luz (máximos relativos en fracciones del tercio de la luz).

Cortant.: Envolvente de esfuerzos cortantes en el punto que se especifica de la luz de la viga (fracciones sextas de la luz). En la misma línea se muestran los cortantes representativos calculados a partir de la misma envolvente en el punto que se especifica de la luz de la viga.

Torsores: Envolvente de esfuerzos torsores en el punto que se especifica de la luz de la viga (fracciones sextas de la luz). En la misma línea se muestra el torsor borde apoyo (Td), que es el esfuerzo torsor en la cara o punto de contacto de la viga con el elemento de apoyo (con este dato se realiza la comprobación a compresión oblicua del hormigón por esfuerzo torsor), y además el torsor agotamiento (Tu1), que es el momento torsor último que resiste la sección de hormigón.

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

a continuación se representa el armado de una viga a modo de ejemplo:

ARM.SUPERIOR: $2\phi 16[0.15P+1.55=1.70]$, $3\phi 12[<<1.5+1.45=2.95]$ ----- $2\phi 20[1.60>>]$,
 $3\phi 16[1.20+0.15P=1.35]$

ARM. MONTAJE: $5\phi 10[5.30]$

ARM. MONTAJE ALAS: $4\phi 10[5.30]$

ARM.PIEL: $4\phi 10[5.20]$

ARM.INFERIOR: $3\phi 16[0.20P+5.3+0.20P=5.70]$, $2\phi 10[3.50]$

ESTRIBOS: $6x2e\phi 10+1r\phi 10c/0.20[1.00]$, $14x2e\phi 10+1r\phi 10c/0.30[4.00]$

$2\phi 16[0.15P+1.55=1.70]$: número de barras, calibre de éstas, longitud de la patilla, longitud recta y longitud total. Como longitud de la patilla se entiende la longitud recta vertical. Como longitud recta se entiende la distancia en la dirección de la viga.

$3\phi 12[<<1.5+1.45=2.95]$: (número de barras, calibre de éstas, longitud de la barra que está en el tramo anterior, longitud de la barra en el tramo (medida desde el eje de apoyo) y longitud total).

$6x2e\phi 10+1r\phi 10c/0.20[1.00]$: Armadura transversal (número de estribos en el intervalo de estribado, número de cercos por plano de armado, diámetro del cerco, número de ramas por plano de armado, diámetro de la rama, separación y longitud del intervalo).

Flecha posterior a tabiquería (incluso fluencia) = 1.020 cm. (L/569): Flecha activa de la viga (magnitud de la flecha y relación luz-flecha).

Obra: Estructura de acero para pfg (PFG Acero soldado)

Sistema de unidades: M.K.S.

Materiales:

Hormigón: HA-25, Control Estadístico

Acero: B 500 S, Control Normal

Acero Perfiles:

Laminado y armado: S275 , 2803.26 kp/cm²

Conformado: S235 , 2395.51 kp/cm²

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

Armado de vigas

Obra: Estructura de acero para pfg

Gr.pl. no 0 Cimentación --- Pl. igual 1

Armado de vigas

Obra: Estructura de acero para pfg

Gr.pl. no 1 Forjado 1 --- Pl. igual 1

Pórtico 1 --- Grupo de plantas: 1

Tramo nº 1 (*P1 - P2*) (L= 3.90) IPE 160

Flecha= 0.111 cm. (L/3519) Coef. de aprovechamiento: 79.03%

Moment.: -0.6 -0.2 0.4 0.6 0.4 -0.2 -0.6

 -1.1(x=0.05) 0.6(x=1.97) -1.1(x=3.85)

Cortant.: -- 1.2 0.7 0.1 -0.7 -1.2 --

 1.8(x= 0.05) -1.8(x= 3.85)

Torsores: -- 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 --

Borde apoyo: 0.00(x= 0.05) 0.00(x= 3.85) Agot.: 0.00

Pórtico 2 --- Grupo de plantas: 1

Tramo nº 1 (*P3 - P4*) (L= 3.88) IPE 220

Flecha= 0.102 cm. (L/3796) Coef. de aprovechamiento: 78.81%

Moment.: -1.5 -0.5 1.2 1.7 1.1 -0.7 -2.7

 -2.8(0.06) 0.0(0.74) 1.7(1.96) -3.2(3.83)

Cortant.: -- 3.2 1.9 0.5 -2.1 -3.5 --

 4.4(x= 0.06) -4.7(x= 3.82)

Torsores: -- 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 --

Borde apoyo: 0.00(x= 0.06) 0.00(x= 3.82) Agot.: 0.00

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

Tramo nº 2 (*P4 - P5*) (L= 4.00) IPE 200

Flecha= 0.075 cm. (L/5344) Coef. de aprovechamiento: 70.61%

Moment.: -2.7 -0.5 0.6 0.9 0.7 -0.3 -0.9
 -2.7(0.00) 1.0(2.08) 0.0(3.22) -1.7(3.94)

Cortant.: -- 1.9 1.1 0.3 -1.1 -1.9 --
 3.2(x= 0.06) -2.7(x= 3.94)

Torsores: -- 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 --

Borde apoyo: 0.03(x= 0.06) 0.00(x= 3.94) Agot.: 0.00

Pórtico 3 --- Grupo de plantas: 1

Tramo nº 1 (*P6 - P7*) (L= 3.94) IPE 220

Flecha= 0.114 cm. (L/3453) Coef. de aprovechamiento: 93.98%

Moment.: -1.6 -0.4 1.4 1.9 1.1 -0.9 -3.8
 -3.1(0.06) 0.1(0.78) 1.9(1.96) -3.8(3.93)

Cortant.: -- 3.5 2.0 -0.8 -2.3 -3.7 --
 4.9(x= 0.06) -5.2(x= 3.88)

Torsores: -- 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 --

Borde apoyo: 0.00(x= 0.06) 0.00(x= 3.88) Agot.: 0.00

Tramo nº 2 (*P7 - P8*) (L= 3.94) IPE 220

Flecha= 0.115 cm. (L/3432) Coef. de aprovechamiento: 94.23%

Moment.: -3.8 -0.9 1.1 1.9 1.4 -0.4 -1.6
 3.8(0.01) 1.9(2.02) 0.1(3.16) -3.1(3.88)

Cortant.: -- 3.7 2.2 0.7 -2.1 -3.6 ---
 5.2(x= 0.06) -5.1(x= 3.88)

Torsores: -- 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 ---

Borde apoyo: 0.00(x= 0.06) 0.00(x= 3.88) Agot.: 0.00

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

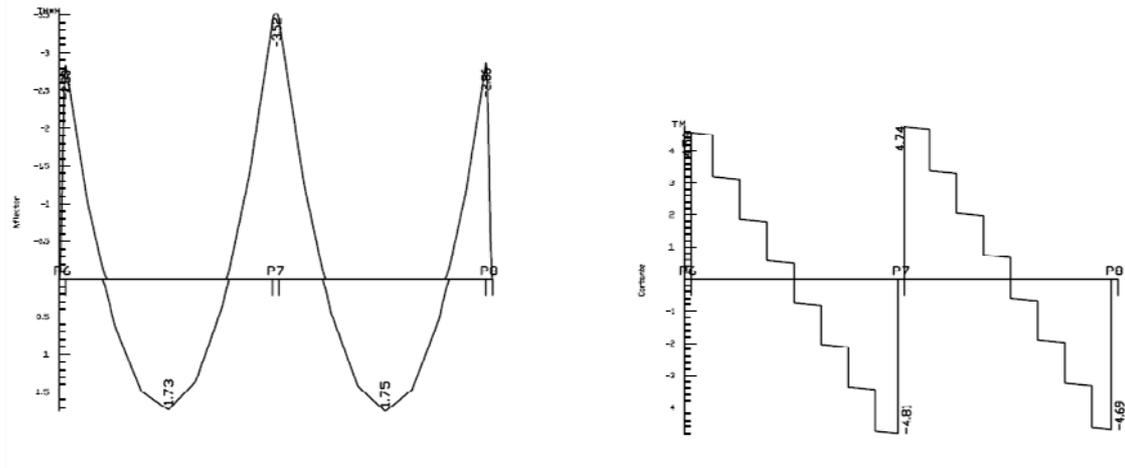


Ilustración 34 Diagrama de esfuerzos del pórtico 3; Fuente: CYPECAD

Pórtico 4 --- Grupo de plantas: 1

Tramo nº 1 (*P9 -P10*) (L= 4.00) IPE 200

Flecha= 0.075 cm. (L/5350) Coef. de aprovechamiento: 70.93%

Moment: -0.9 -0.3 0.7 1.0 0.6 -0.5 -2.7
 -1.7(x= 0.06) 1.0(x= 1.96) -2.7(x= 4.00)

Cortant.: -- 1.9 1.1 -0.3 -1.1 -1.9 --
 2.6(x= 0.06) -2.7(x= 3.94)

Torsores: -- 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 --

Borde apoyo: 0.00(x= 0.06) 0.00(x= 3.94) Agot.: 0.00

Tramo nº 2 (*P10-P11*) (L= 3.88) IPE 220

Flecha= 0.104 cm. (L/3729) Coef. de aprovechamiento: 81.15%

Moment.: -2.7 -0.7 1.1 1.8 1.2 -0.5 -1.5
 -3.3(0.05) 1.8(1.96) 0.0(3.14) -2.9(3.82)

Cortant.: -- 3.5 2.1 0.7 -2. -3.4 --
 4.8(x= 0.06) -4.7(x= 3.82)

Torsores: -- 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 --

Borde apoyo: 0.00(x= 0.06) 0.00(x= 3.82) Agot.: 0.00

Pórtico 5 --- Grupo de plantas: 1

Tramo nº 1 (*P12-P13*) (L= 3.90) IPE 160

Flecha= 0.112 cm. (L/3473) Coef. de aprovechamiento: 80.44%

Moment.: -0.6 -0.2 0.4 0.6 0.4 -0.2 -0.6
 -1.1(x= 0.05) 0.6(x= 1.97) -1.1(x= 3.85)

Cortant.: -- 1.2 0.7 0.1 -0.7 -1.2 --
 1.8(x= 0.05) -1.8(x= 3.85)

Torsores: -- 0.00 0.00 0.0 0.00 0.00 --

Borde apoyo: 0.00(x= 0.05) 0.00(x= 3.85) Agot.: 0.00

Pórtico 6 --- Grupo de plantas: 1

Tramo nº 1 (*P1 - P3*) (L= 2.01) IPE 80

Flecha= 0.099 cm. (L/2039) Coef. de aprovechamiento: 47.01%

Moment.: -0.0 0.1 0.2 0.2 0.1 0.1 -0.0
 -0.0(0.01) 0.1(0.34) 0.2(1.00) 0.1(1.67) -0.0(2.01)

Cortant.: ----- 0.3 0.1 -0.0 -0.1 -0.3 -----
 0.4(x= 0.05) -0.4(x= 1.95)

Torsores: ----- 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 -----

Borde apoyo: 0.00(x= 0.05) 0.00(x= 1.95) Agot.: 0.00

Tramo nº 2 (*P3 - P6*) (L= 2.94) IPE 100

Flecha= 0.227 cm. (L/1293) Coef. de aprovechamiento: 80.03%

Moment.: -0.0 0.2 0.3 0.4 0.3 0.2 -0.0
 -0.0(0.01) 0.2(0.49) 0.4(1.47) 0.2(2.45) -0.0(2.94)

Cortant.: ----- 0.4 0.2 0.0 -0.2 -0.4 -----
 0.6(x= 0.06) -0.6(x= 2.88)

Torsores: ----- 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 -----

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

Borde apoyo: 0.00(x= 0.06) 0.00(x= 2.88) Agot.: 0.00

Tramo nº 3 (*P6 - P9*) (L= 2.94) IPE 100

Flecha= 0.227 cm. (L/1293) Coef. de aprovechamiento: 80.05%

Moment.: -0.0 0.2 0.3 0.4 0.3 0.2 -0.0
-0.0(0.00) 0.2(0.49) 0.4(1.47) 0.2(2.45) -0.0(2.92)

Cortant.: ----- 0.4 0.2 ----- -0.2 -0.4 -----
0.6(x= 0.06) -0.6(x= 2.88)

Torsores: ----- 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 -----

Borde apoyo: 0.00(x= 0.06) 0.00(x= 2.88) Agot.: 0.00

Pórtico 7 --- Grupo de plantas: 1

Tramo nº 1 (*P2 - P4*) (L= 2.01) IPE 80

Flecha= 0.098 cm. (L/2059) Coef. de aprovechamiento: 46.54%

Moment.: -0.0 0.1 0.1 0.2 0.1 0.1 -0.0
-0.0(0.01) 0.1(0.34) 0.2(1.00) 0.1(1.67) -0.0(1.99)

Cortant.: ----- 0.3 0.1 -0.0 -0.1 -0.3 -----
0.4(x= 0.05) -0.4(x= 1.95)

Torsores: ----- 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 -----

Borde apoyo: 0.00(x= 0.05) 0.00(x= 1.95) Agot.: 0.00

Pórtico 8 --- Grupo de plantas: 1

Tramo nº 1 (*P10-P12*) (L= 2.01) IPE 80

Flecha= 0.097 cm. (L/2071) Coef. de aprovechamiento: 47.01%

Moment.: -0.0 0.1 0.1 0.2 0.2 0.1 -0.0
-0.0(0.02) 0.1(0.34) 0.2(1.01) 0.1(1.67) -0.0(2.00)

Cortant.: ----- 0.3 0.1 0.0 -0.1 -0.3 -----

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

0.4(x= 0.06) -0.4(x= 1.96)

Torsores: ----- 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 -----

Borde apoyo: 0.00(x= 0.06) 0.00(x= 1.96) Agot.: 0.00

Pórtico 9 --- Grupo de plantas: 1

Tramo nº 1 (*P5 - P8*) (L= 2.94) IPE 100

Flecha= 0.225 cm. (L/1304) Coef. de aprovechamiento: 79.28%

Moment.: -0.0 0.2 0.3 0.4 0.3 0.2 -0.0
 -0.0(0.02) 0.2(0.49) 0.4(1.47) 0.2(2.45) -0.0(2.94)

Cortant.: ----- 0.4 0.2 ----- -0.2 -0.4 -----

0.6(x= 0.06) -0.6(x= 2.88)

Torsores: ----- 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 -----

Borde apoyo: 0.00(x= 0.06) 0.00(x= 2.88) Agot.: 0.00

Tramo nº 2 (*P8 -P11*) (L= 2.94) IPE 100

Flecha= 0.225 cm. (L/1305) Coef. de aprovechamiento: 79.26%

Moment.: -0.0 0.2 0.3 0.4 0.3 0.2 -0.0
 -0.0(0.00) 0.2(0.49) 0.4(1.47) 0.2(2.45) -0.0(2.93)

Cortant.: ----- 0.4 0.2 0.0 -0.2 -0.4 -----

0.6(x= 0.06) -0.6(x= 2.88)

Torsores: ----- 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 -----

Borde apoyo: 0.00(x= 0.06) 0.00(x= 2.88) Agot.: 0.00

Tramo nº 3 (*P11-P13*) (L= 2.01) IPE 80

Flecha= 0.096 cm. (L/2090) Coef. de aprovechamiento: 46.54%

Moment.: -0.0 0.1 0.1 0.2 0.1 0.1 -0.0
 -0.0(0.00) 0.1(0.34) 0.2(1.01) 0.1(1.67) -0.0(2.00)

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

Cortant.: ----- 0.3 0.1 0.0 -0.1 -0.3 -----
 0.4(x= 0.06) -0.4(x= 1.96)
 Torsores: ----- 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 -----
 Borde apoyo: 0.00(x= 0.06) 0.00(x= 1.96) Agot.: 0.00

Armado de vigas
 Obra: Estructura de acero para pfg
 Gr.pl. no 2 Forjado 2 --- Pl. igual 1

Pórtico 1 --- Grupo de plantas: 2

Tramo nº 1 (*P1 - P2*) (L= 3.90) IPE 140
 Flecha= 0.198 cm. (L/1967) Coef. de aprovechamiento: 72.29%
 Moment.: -0.3 0.1 0.5 0.6 0.4 0.0 -0.4
 -0.7(0.05) 0.1(0.75) 0.6(1.97) 0.1(3.15) -0.7(3.85)
 Cortant.: ----- 0.9 0.5 0.1 -0.5 -0.9 -----
 1.3(x= 0.05) -1.3(x= 3.85)
 Torsores: ----- 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 -----
 Borde apoyo: 0.00(x= 0.05) 0.00(x= 3.85) Agot.: 0.00

Pórtico 2 --- Grupo de plantas: 2

Tramo nº 1 (*P3 - P4*) (L= 3.88) IPE 220
 Flecha= 0.149 cm. (L/2612) Coef. de aprovechamiento: 79.06%
 Moment.: -0.8 0.7 2.0 2.4 1.5 -0.5 -2.9
 -1.5(0.05) 1.0(0.74) 2.4(1.96) -3.2(3.84)
 Cortant.: ----- 2.8 1.5 0.2 -2.5 -3.8 -----
 4.0(x= 0.06) -5.1(x= 3.82)
 Torsores: ----- 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 -----

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

Borde apoyo: 0.00(x= 0.06) 0.00(x= 3.82) Agot.: 0.00

Tramo nº 2 (*P4 - P5*) (L= 4.00) IPE 200

Flecha= 0.054 cm. (L/7366) Coef. de aprovechamiento: 89.01%

Moment.: -2.9 -1.0 0.2 0.8 0.8 0.3 -0.4 -
 2.9(0.00) 0.9(2.58) 0.4(3.22) -0.7(3.95)

Cortant.: ----- 2.0 1.3 0.7 -0.6 -1.2 -----
 3.2(x= 0.06) -1.8(x= 3.94)

Torsores: ----- 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 -----

Borde apoyo: 0.07(x= 0.06) 0.00(x= 3.94) Agot.: 0.00

Pórtico 3 --- Grupo de plantas: 2

Tramo nº 1 (*P6 - P7*) (L= 3.94) IPE 240

Flecha= 0.104 cm. (L/3781) Coef. de aprovechamiento: 82.99%

Moment.: -0.7 1.0 2.3 2.4 1.1 -1.3 -4.7
 -1.3(0.05) 1.4(0.78) 2.5(1.46) -4.7(3.93)

Cortant.: ----- 2.8 1.3 -1.5 -3.0 -4.4 -----
 4.3(x= 0.06) -5.9(x= 3.88)

Torsores: ----- 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 -----

Borde apoyo: 0.01(x= 0.06) 0.00(x= 3.88) Agot.: 0.00

Tramo nº 2 (*P7 - P8*) (L= 3.94) IPE 240

Flecha= 0.104 cm. (L/3804) Coef. de aprovechamiento: 82.71%

Moment.: -4.7 -1.3 1.1 2.4 2.3 1.1 -0.7
 -4.7(0.00) 2.5(2.52) 1.4(3.16) -1.3(3.89)

Cortant.: ----- 4.4 2.9 1.5 -1.4 -2.9 -----
 5.8(x= 0.06) -4.4(x= 3.88)

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

Torsores: ----- 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 -----

Borde apoyo: 0.00(x= 0.06) 0.01(x= 3.88) Agot.: 0.00

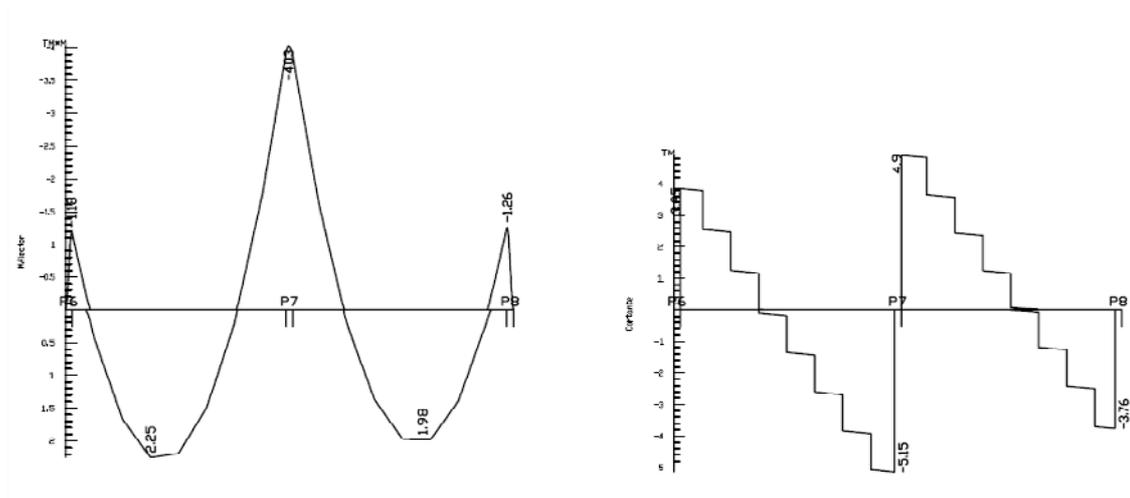


Ilustración 35 Diagrama de esfuerzos del pórtico 3; Fuente: CYPECAD

Pórtico 4 --- Grupo de plantas: 2

Tramo nº 1 (*P9 -P10*) (L= 4.00) IPE 200

Flecha= 0.054 cm. (L/7399) Coef. de aprovechamiento: 88.68%

Moment.: -0.4 0.3 0.8 0.8 0.2 -1.0 -2.9
 -0.7(0.05) 0.4(0.78) 0.9(1.46) -2.9(4.00)

Cortant.: ----- 1.2 0.5 -0.7 -1.4 -2.0 -----
 1.8(x= 0.06) -2.7(x= 3.94)

Torsores: ----- 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 -----

Borde apoyo: 0.00(x= 0.06) 0.00(x= 3.94) Agot.: 0.00

Tramo nº 2 (*P10-P11*) (L= 3.88) IPE 220

Flecha= 0.147 cm. (L/2638) Coef. de aprovechamiento: 79.01%

Moment.: -2.9 -0.5 1.5 2.4 2.0 0.7 -0.8
 -3.2(0.04) 2.4(1.96) 1.0(3.14) -1.5(3.83)

Cortant.: ----- 3.7 2.4 1.0 -1.6 -2.8 -----

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

5.0(x= 0.06) -4.0(x= 3.82)

Torsores: ----- 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 -----

Borde apoyo: 0.00(x= 0.06) 0.00(x= 3.82) Agot.: 0.00

Pórtico 5 --- Grupo de plantas: 2

Tramo nº 1 (*P12-P13*) (L= 3.90) IPE 140

Flecha= 0.198 cm. (L/1970) Coef. de aprovechamiento: 72.33%

Moment.: -0.4 0.0 0.4 0.6 0.5 0.1 -0.3
 -0.7(0.05) 0.1(0.75) 0.6(1.97) 0.1(3.15) -0.7(3.85)

Cortant.: ----- 0.9 0.5 0.2 -0.5 -0.9 -----

1.3(x= 0.05) -1.3(x= 3.85)

Torsores: ----- 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 -----

Borde apoyo: 0.00(x= 0.05) 0.00(x= 3.85) Agot.: 0.00

Pórtico 6 --- Grupo de plantas: 2

Tramo nº 1 (*P1 - P3*) (L= 2.01) IPE 80

Flecha= 0.040 cm. (L/5030) Coef. de aprovechamiento: 18.40%

Moment.: -0.0 0.0 0.1 0.1 0.1 0.0 -0.0
 -0.0(0.01) 0.0(0.34) 0.1(1.00) 0.0(1.67) -0.0(2.01)

Cortant.: ----- 0.1 0.0 -0.0 -0.1 -0.1 -----

0.1(x= 0.05) -0.1(x= 1.95)

Torsores: ----- 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 -----

Borde apoyo: 0.00(x= 0.05) 0.00(x= 1.95) Agot.: 0.00

Tramo nº 2 (*P3 - P6*) (L= 2.94) IPE 80

Flecha= 0.188 cm. (L/1565) Coef. de aprovechamiento: 54.30%

Moment.: -0.0 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 -0.0

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

-0.0(0.01) 0.1(0.49) 0.1(1.47) 0.1(2.45) -0.0(2.94)

Cortant.: ----- 0.1 0.1 ----- -0.1 -0.1 -----

0.2(x= 0.06) -0.2(x= 2.88)

Torsores: ----- 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 -----

Borde apoyo: 0.00(x= 0.06) 0.00(x= 2.88) Agot.: 0.00

Tramo nº 3 (*P6 - P9*) (L= 2.94) IPE 80

Flecha= 0.188 cm. (L/1565) Coef. de aprovechamiento: 54.32%

Moment.: -0.0 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 -0.0

-0.0(0.00) 0.1(0.49) 0.1(1.47) 0.1(2.45) -0.0(2.92)

Cortant.: ----- 0.1 0.1 ----- -0.1 -0.1 -----

0.2(x= 0.06) -0.2(x= 2.88)

Torsores: ----- 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 -----

Borde apoyo: 0.00(x= 0.06) 0.00(x= 2.88) Agot.: 0.00

Pórtico 7 --- Grupo de plantas: 2

Tramo nº 1 (*P2 - P4*) (L= 2.01) IPE 80

Flecha= 0.039 cm. (L/5179) Coef. de aprovechamiento: 17.81%

Moment.: -0.0 0.0 0.1 0.1 0.1 0.0 -0.0

-0.0(0.01) 0.0(0.34) 0.1(1.00) 0.0(1.67) -0.0(1.99)

Cortant.: ----- 0.1 0.0 -0.0 -0.0 -0.1 -----

0.1(x= 0.05) -0.1(x= 1.95)

Torsores: ----- 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 -----

Borde apoyo: 0.00(x= 0.05) 0.00(x= 1.95) Agot.: 0.00

Pórtico 8 --- Grupo de plantas: 2

**Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS
ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE**

Borde apoyo: 0.00(x= 0.06) 0.00(x= 2.88) Agot.: 0.00

Tramo nº 3 (*P11-P13*) (L= 2.01) IPE 80

Flecha= 0.038 cm. (L/5259) Coef. de aprovechamiento: 17.81%

Moment.: -0.0 0.0 0.1 0.1 0.1 0.0 -0.0
-0.0(0.00) 0.0(0.34) 0.1(1.01) 0.0(1.67) -0.0(2.00)

Cortant.: ----- 0.1 0.0 0.0 -0.0 -0.1 -----
0.1(x= 0.06) -0.1(x= 1.96)

Torsores: ----- 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 -----

Borde apoyo: 0.00(x= 0.06) 0.00(x= 1.96) Agot.: 0.00

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

6.4 - ESTRUCTURA STEEL-FRAME

Para el cálculo de esta estructura se ha utilizado un manual de ingeniería publicado por ALACERO y basado en la normativa americana (AISC y AISI)

Tabla 38 Cumplimiento del límite de aplicación del manual de Steel Framing; Fuente: original del proyecto

LIMITE DE APLICACIÓN		
ASPECTOS GENERALES DE LA EDIFICACIÓN		
ATRIBUTO	LIMITACION	PROYECTO
Dimensiones (ancho máximo)	12m	8m
Dimensiones (largo máximo)	18m	10m
Numero de niveles	2 Forjados	2 Forjados
Velocidad del viento	210Km/h	93.6KM/h
Tipo de exposición al viento	Terreno abierto, suburbano, zonas boscosas	Terreno abierto
Carga de nieve	3.35KN/m ²	0.2KN/m ²
Categoría sísmica	Tipo A,B y C (Normativa Americana)	No existe riesgo de sismo
FORJADOS		
Peso propio máximo	0.5KN/m ²	0.22KN/m ²
	0.5KN/m ²	0.45KN/m ²
Sobrecarga uso 1er piso	2KN/m ²	2KN/m ²
Sobrecarga uso 2do piso	1.5KN/m ²	1.2KN/m ²
Voladizos	60cm	No existe
MUROS		
Peso propio	0.5KN/m	0.49KN/m
Altura	3m	3m

A continuación se presentan los prontuarios de perfiles referidos en el manual, a los cuales hacen referencia las tablas auxiliares de cálculo con las que se determinara que tipo de perfil utilizar en cada caso.

Tabla 39 Características geométricas brutas de los perfiles montantes y vigas; Fuente: Tabla B.2.1 del manual de Steel-Framing

Marca	Perfil	H (mm)	B (mm)	D (mm)	t (mm)	A (cm ²)	q (Kgf/m)	Xg (cm)	Ix (cm ⁴)	Sx (cm ³)
M1	C	90	35	12	0.9	1.60	1.26	1.12	20.22	4.49
M2	C	90	35	12	1.0	1.77	1.39	1.12	22.30	4.96
M3	C	100	35	12	1.0	1.87	1.47	1.06	28.54	5.71
M4	C	100	35	12	1.2	2.23	1.75	1.06	33.78	6.76
V1	C	150	40	15	1.2	3.03	2.37	1.08	98.09	13.08
V2	C	150	40	15	1.6	3.99	3.13	1.08	128.09	17.08
V3	C	200	50	15	1.6	5.11	4.01	1.21	288.61	28.86
V4	C	250	50	20	2.5	9.34	7.33	1.16	777.54	62.20
V5	C	300	60	25	3	13.51	10.60	1.42	1621.76	108.12

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

Marca	Perfil	Iy (cm4)	Sy (cm4)	m (cm)	1000J (cm4)	Rx (cm)	Ry (cm)	Ro (cm)	β	Cw (cm6)	J (cm)
M1	C	2.83	1.19	1.71	4.33	3.55	1.33	4.70	0.650	50.47	4.96
M2	C	3.11	1.30	1.71	5.91	3.55	1.32	4.69	0.651	55.35	4.96
M3	C	3.21	1.32	1.65	6.25	3.90	1.31	4.90	0.705	68.78	5.40
M4	C	3.77	1.54	1.65	10.72	3.89	1.30	4.88	0.706	80.46	5.42
V1	C	6.47	2.21	1.77	14.52	5.69	1.46	6.50	0.817	303.3	8.14
V2	C	8.28	2.83	1.75	34.06	5.66	1.44	6.46	0.819	388.2	8.23
V3	C	15.40	4.07	1.58	43.62	7.51	1.74	8.33	0.857	1228	11.44
V4	C	27.05	7.05	2.02	194.56	9.12	1.70	9.76	0.904	3488	15.55
V5	C	57.28	12.50	1.98	405.23	10.96	2.06	11.74	0.902	10696	18.50

Tabla 40 Características geométricas brutas de los perfiles U y solera; Fuente: Tabla B.2.2. del manual de Steel Framing

Marca	Perfil	H (mm)	B (mm)	D (mm)	A (cm2)	q (Kgf/m)	Xg (cm)	Ix (cm4)	Sx (cm3)
S1	U	94	30	0.9	1.36	1.07	0.62	17.35	3.69
S2	U	94	30	1.0	1.51	1.18	0.63	19.18	4.08
S3	U	104	30	1.0	1.61	1.26	0.59	24.41	4.69
S4	U	104	30	1.2	1.92	1.51	0.60	29.01	5.58
U1	U	154	40	1.2	2.76	2.17	0.73	89.78	11.66
U2	U	154	40	1.6	3.66	2.87	0.75	118.09	15.34
U3	U	204	50	1.6	4.78	3.75	0.89	268.39	26.31
U4	U	256	50	2.5	8.69	6.83	0.81	717.91	56.09
U5	U	306	60	3	12.48	9.80	0.97	1474.17	96.35

Marca	Perfil	Iy (cm4)	Sy (cm4)	m (cm)	1000J (cm4)	Rx (cm)	Ry (cm)	Ro (cm)	β	Cw (cm6)	J (cm)
S1	U	1.09	0.46	0.98	3.67	3.57	0.90	4.00	0.848	17.05	5.28
S2	U	1.21	0.51	0.98	5.02	3.57	0.90	3.99	0.848	18.81	5.27
S3	U	1.24	0.51	0.95	5.36	3.90	0.88	4.26	0.878	23.87	6.00
S4	U	1.47	0.61	0.94	9.22	3.89	0.88	4.25	0.878	28.26	5.99
U1	U	3.64	1.11	1.21	13.25	5.70	1.15	6.12	0.905	155.50	9.26
U2	U	4.77	1.47	1.21	31.23	5.68	1.14	6.09	0.905	203.29	9.24
U3	U	9.56	2.33	1.48	40.79	7.49	1.41	7.96	0.917	722.15	12.61
U4	U	15.24	3.64	1.33	181.13	9.09	1.32	9.40	0.954	1855.78	18.13
U5	U	31.58	6.28	1.60	374.52	10.87	1.59	11.25	0.954	5490.91	21.61

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

Comenzaremos con las cargas que actuarán sobre el forjado bajo cubierta. Primero analizando las sobrecargas que actúan sobre ellos:

Cubierta plana no transitable - Sobrecarga de uso de 1KN/m²

Nieve - Sobrecarga de nieve para Castellón de 0.2KN/m²

Teniendo en cuenta estas dos cargas cumplimos con el máximo de aplicabilidad del manual de 1.5KN/m²

Pasando al peso propio del forjado, debemos tener en cuenta que este forjado tendrá sobre si la formación de pendientes. Tal y como se utilizo en el prototipo esta formación de pendientes se ejecutará con un tablero superpan tech P5 sobre las vigas de steel frame y sobre estos se distribuirán cuñas también de madera sobre las cuales se volverán a fijar tableros de superpan tech P5 por lo que las cargas serán como sigue:

Tablero Superpan TECH P5 (FINSA)

- 720Kg/m³ x 0.015m espesor= 10.8Kg/m²
- 720Kg/m³ x 0.015m espesor= 10.8Kg/m² pendiente del 1.5% (incremento del peso por pendiente despreciable)

Peso total = 21.6Kg/m²+10% por el peso de las cuñas = 23.76Kg/m²

Por otra parte bajo forjado se colocara otra pieza de superpan tech P5 y se colocará un falso techo del sistema Placo.

Tablero Superpan TECH P5 (FINSA)

- 720Kg/m³ x 0.015m espesor= 10.8Kg/m²

Falso techo Placo 4PRO (Placo)

- 9.5Kg/m² + 10% adicional correspondiente al sistema de fijación=10.45Kg/m²

Entre el tablero inferior y superior y entre las vigas de acero que formaran el forjado se rellenará con aislante pero este peso es despreciable para el cálculo de la estructura,

El total del peso, carga muerta, que soportará el forjado bajo cubierta será de 45.01Kg/m² lo que equivale a 0.45KN/m² con lo que se cumple el máximo de 0.5Kg/m.

Teniendo en cuenta que las tablas auxiliares de cálculo del manual que se está utilizando el dimensionado se realiza a partir de cargas lineales en vez de superficiales, tomamos como entrevigado el estándar de 40cm por lo que la carga de referencia es de

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

0.45KN/m²x0.4m a lo que debemos sumar la sobrecarga que sería de 1.2KN/m²x0.4m lo que nos da una carga lineal de referencia de 0.66KN/m sobre una luz de 4m.

Observación: El diseño original no incluye ninguna partición exceptuando la del cuarto de baño, en este caso y por limitaciones del manual se deberá ubicar un muro estructural en el centro de la vivienda para reducir la luz a 4m y encontrarnos dentro de los límites de aplicabilidad del manual.

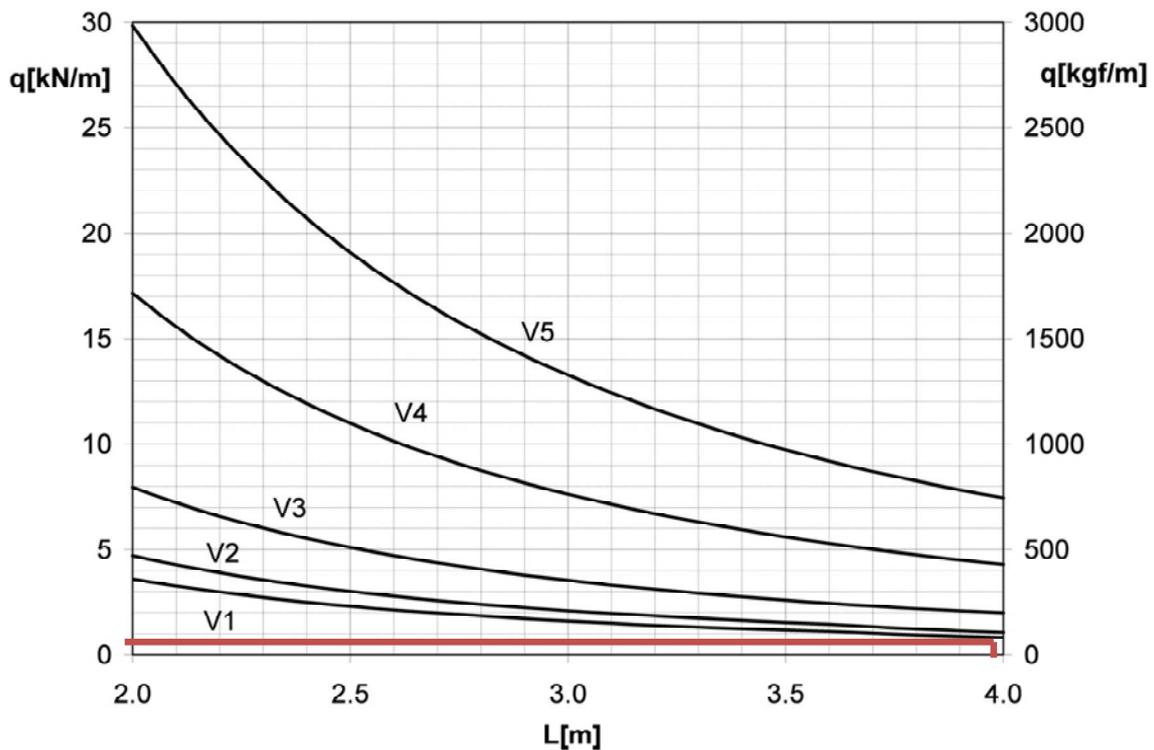


Ilustración 36 Grafico C.4.4. del manual de Steel Framing con cargas del fojado bajo cubierta; Fuente: Original del proyecto

Como resultado el forjado bajo cubierta estará formado por vigas tipo C de referencia V1, según indicado en el prontuario que aparece al principio de esta sección.

En cuanto al forjado 1, forjado sanitario, se ejecutará como panel sándwich colocando paneles de OSB en la cara superior e inferior con aislante entre las vigas. Por encima del panel sándwich se colocará un suelo de madera. Las cargas serán como sigue empezando por la sobrecarga de uso:

Uso residencial - 2KN/m²

Con esto cumplimos el límite de sobrecarga para el primer forjado de 2KN/m²

En cuanto a las cargas muertas que actuarán sobre el 1er forjado serán las siguientes:

Tablero Superpan TECH P5 (FINSA)

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

- $720\text{Kg/m}^3 \times 0.015\text{m}$ espesor= 10.8Kg/m^2
- 2 tableros $\times 10.8\text{Kg/m}^2$ = 21.6Kg/m^2

Suelo de madera FinFloor

- Peso despreciable

Panel de aislante Isover

- Peso despreciable

Teniendo esto en cuenta el peso propio, carga muerta, será de 21.6Kg/m^2 lo que se traduce en 0.22KN/m^2 cumpliendo la limitación de 0.5m^2

Como en el caso anterior las tablas auxiliares de cálculo del manual que se está utilizando, el dimensionado se realiza a partir de cargas lineales en vez de superficiales, tomamos como entrevigado el estándar de 40cm por lo que la carga de referencia es de $0.22\text{KN/m}^2 \times 0.4\text{m}$ a lo que debemos sumar la sobrecarga que sería de $2\text{KN/m}^2 \times 0.4\text{m}$ lo que nos da una carga lineal de referencia de 0.88KN/m sobre una luz de 4m .

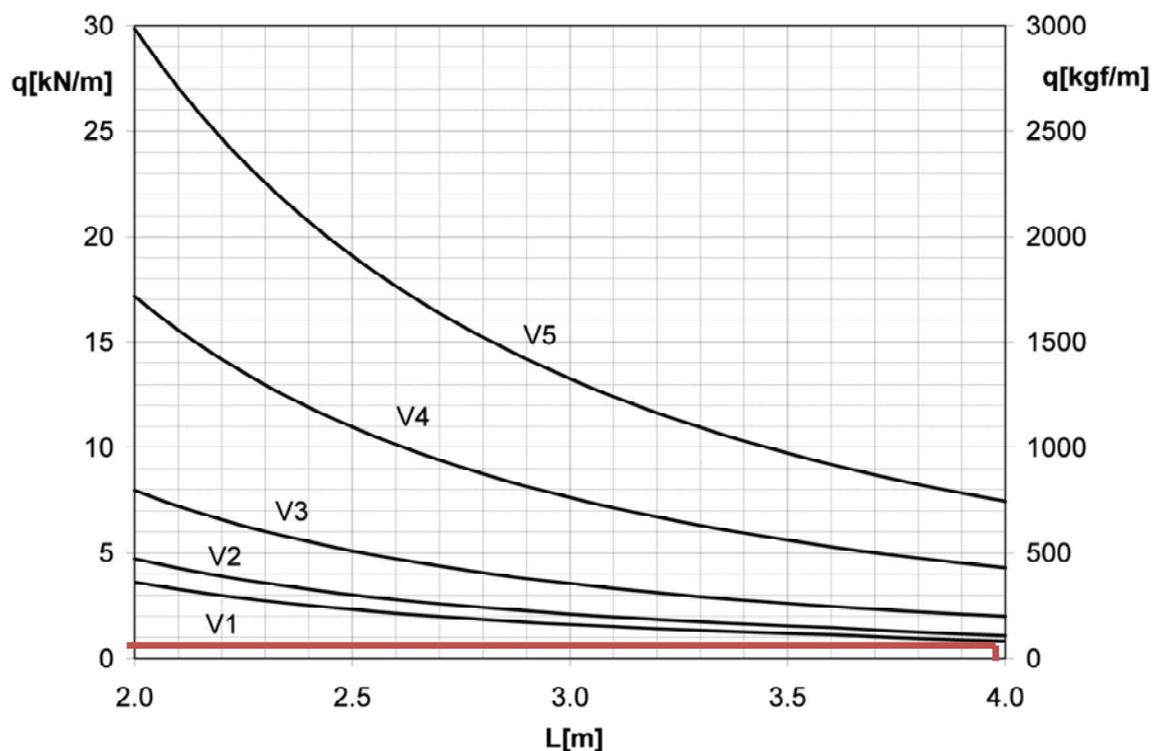


Ilustración 37 Grafico C.4.4. del manual de Steel Framing con cargas del forjado sanitario; Fuente: original del proyecto

Como resultado el forjado sanitario estará formado por vigas tipo C de referencia V1, según indicado en el prontuario que aparece al principio de esta sección Pasamos a continuación a determinar los montantes que se deberán usar para los

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

muros de la vivienda. Comenzaremos con el tramo de pilares entre forjado sanitario y forjado bajo cubierta

Componentes del muro:

Tablero Superpan TECH P5 (FINSA)

- $720\text{Kg/m}^3 \times 0.015\text{m espesor} = 10.8\text{Kg/m}^2$

Placa cartón-yeso Placophonique (PLACO) espesor 0.015m

- $14.5\text{Kg/m}^2 \times 2 \text{ placas} = 29\text{Kg/m}^2$

Aislante lana de roca (ISOVER)

- Peso despreciable

Sistema fachada ventilada Ston-Ker (BUTECH)

- 23.7Kg/m^2

Teniendo en cuenta todos estos componentes se obtiene una suma de 63.5Kg/m^2 por lo que nos encontramos por encima del límite de aplicabilidad del manual. Como solución se propone reducir a 1 la placa de yeso placophonique de la cara interior del muro, esta solución con un solo panel es una de las descritas por la propia compañía por lo que es aceptable y con esto nos encontramos en 49Kg/m^2 lo que equivale a 0.49KN/m^2 por lo que con esto ya cumplimos con los límites.

A este peso propio debe añadirse la carga que viene dada por el forjado; esta era de 0.66KN/m teniendo en cuenta que las vigas tienen una luz de 4m y que cada una de ellas formará una especie de pórtico con dos montantes sabemos que la carga por montante que repercutirá el forjado será de $(0.66 \times 4) / 2 = 1.32\text{KN}$. También se debe añadir la carga del peto, la cual se encuentra descrito en el capítulo consideraciones previas de los cálculos, que es de 0.235KN/m teniendo en cuenta que la separación entre montantes es de 0.4m al igual que el de las vigas, por lo que la carga resultante por cada montante es de 1.414KN

La carga de los propios materiales del muro será observada como una carga de compresión de crecimiento constante. Siendo 0 en la cabeza de los montantes y, teniendo en cuenta que la altura de montantes es de 2.85m, la carga llegará a ser de $0.49 \times 0.4 = 0.196 \times 2.85 = 0.5586\text{KN}$

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

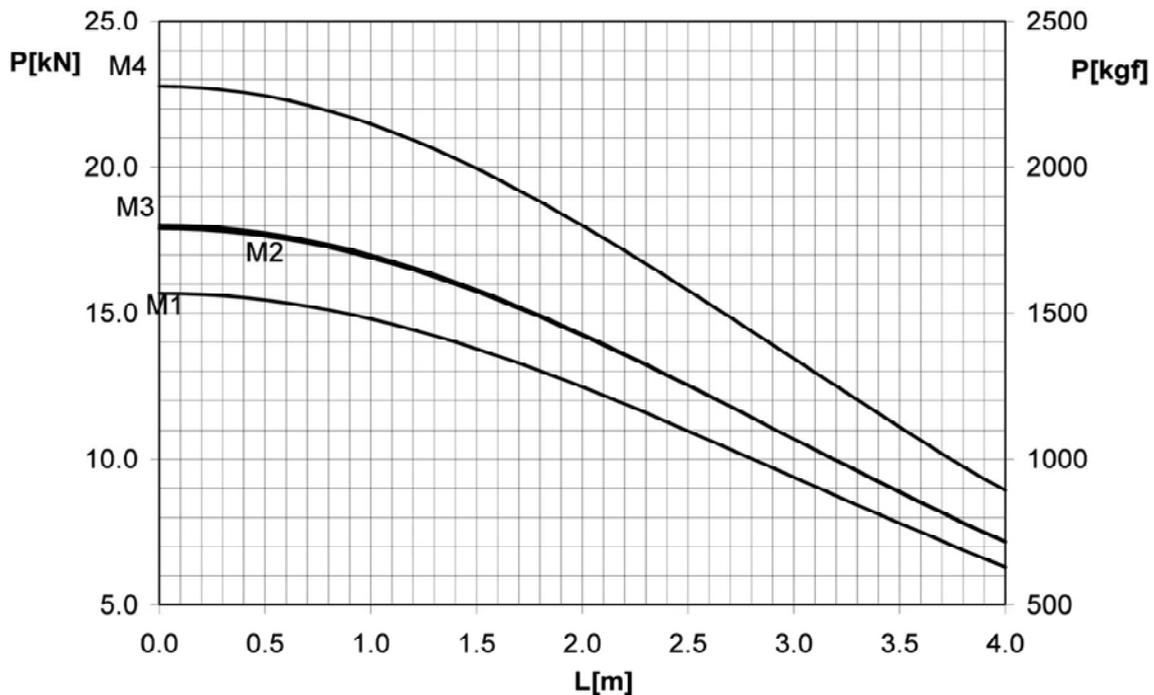


Ilustración 38 Grafico C.4.5.1 del manual de Steel Framing para cargas a compresión en pilares; Fuente: Manual de steel Framming de Alacero

Como se puede apreciar la carga que deben soportar estos montantes no aparece en la tabla, al tratarse de una obra de tamaño reducido al igual que ya pasaba con las estructuras de hormigón y acero laminado en caliente los soportes verticales están sobredimensionados en cuanto a compresión se refiere. A parte de esto se ha elegido la opción de los montantes arriostrados a H/2 ya que el revestimiento original que actúa como arriostramiento no actúa en una longitud de luz particular, pero es un revestimiento que podría ser modificado durante la vida útil de la vivienda y por lo tanto al elegir esta opción más desfavorable tenemos cubiertas las posibles decisiones que se tomen en ese momento.

A parte de la carga a compresión el manual nos pide que también tengamos en cuenta la carga de viento que actúa sobre los muros. Según la normativa americana en la que se basa este manual se consideran dos casos la combinación normal y la combinación eventual en la que se considerará un incremento en las tensiones que actúan sobre los perfiles.

La carga de viento según CTE será igual a $q_e = q_b * c_e * c_p$ lo que es igual a $q_e = 0.42 * 1.3 * 0.7 = 0.38 \text{ kN/m}$

Para los casos eventuales y siguiendo la normativa AISI por la que se rige el manual se incrementará cada una de las tensiones un 33% por lo que las acciones a considerar serán

- 1er caso = $(1.412 + 0.558) * 1.33 = 2.62 \text{ kN}$ a compresión y 0.38 kN/m de viento
- 2do caso = $(1.412 + 0.558) = 1.97 \text{ kN}$ a compresión y $0.38 * 1.33 = 0.5 \text{ kN/m}$

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

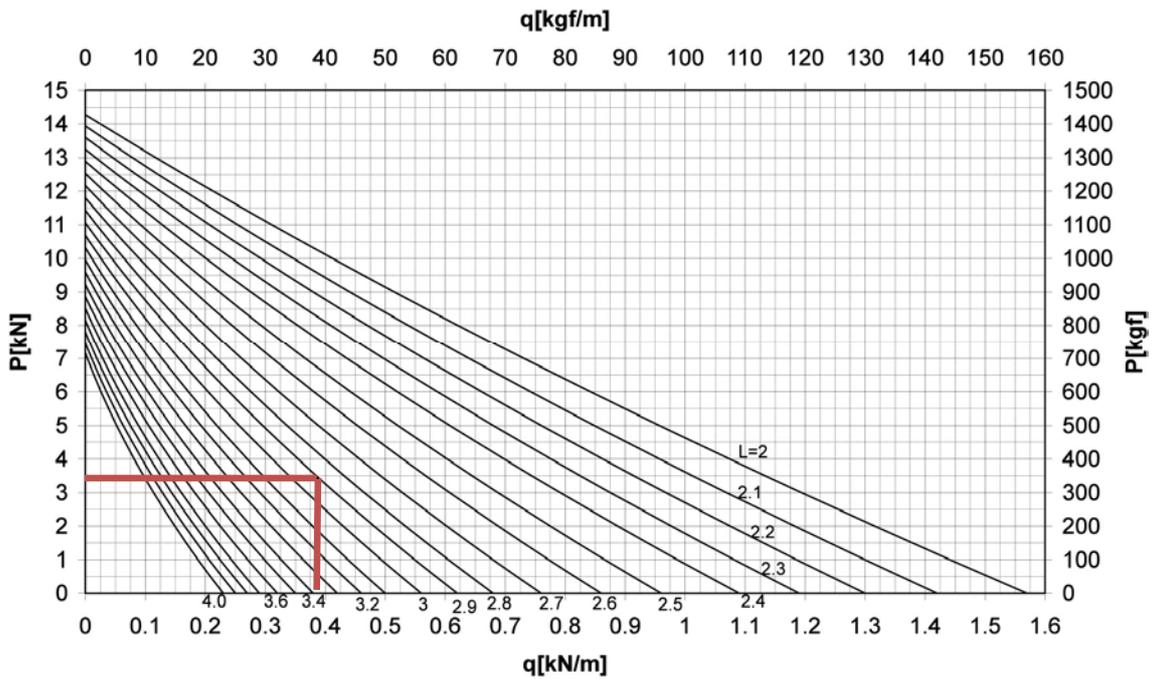


Ilustración 39 Grafico C.5.9. del manual de Steel Framming de interacción de cargas para el cálculo de montantes M3; Fuente: Original del proyecto

Gráfico C.5.10. del manual Alacero, Interacción P-q montante M3 caso eventual 1er caso

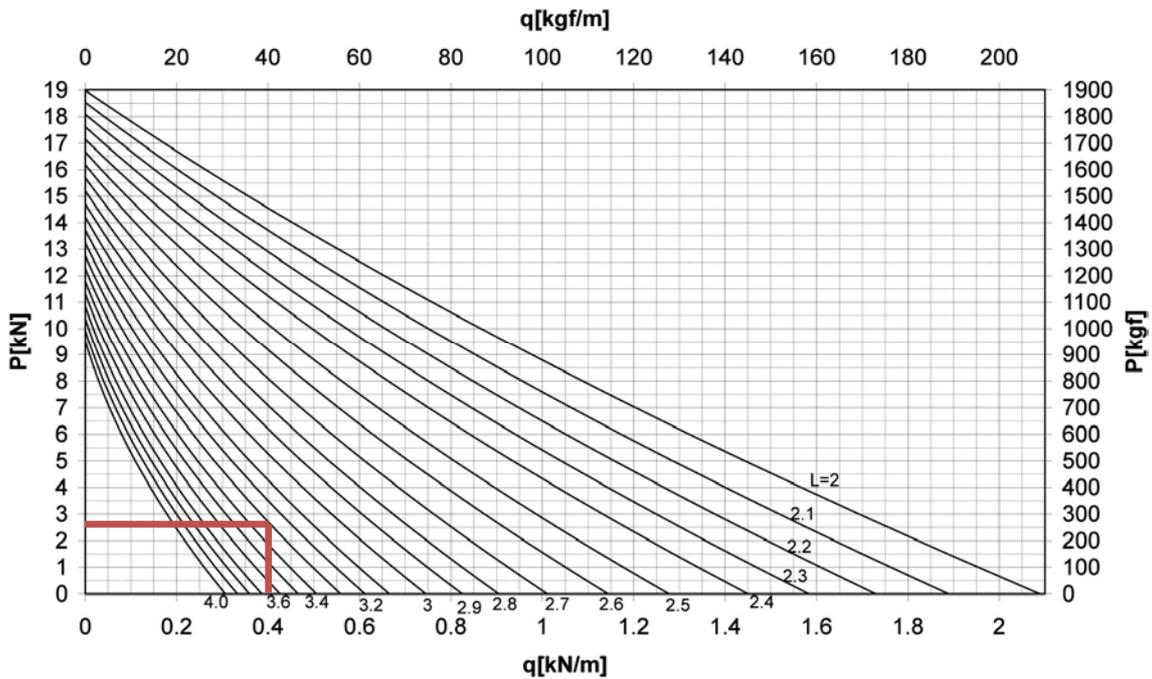


Ilustración 40 Grafico C.5.10. del manual de steel framing de interacción de cargas para el calculo de montantes M3, incremento en carga a compresión; Fuente: Original del proyecto.

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

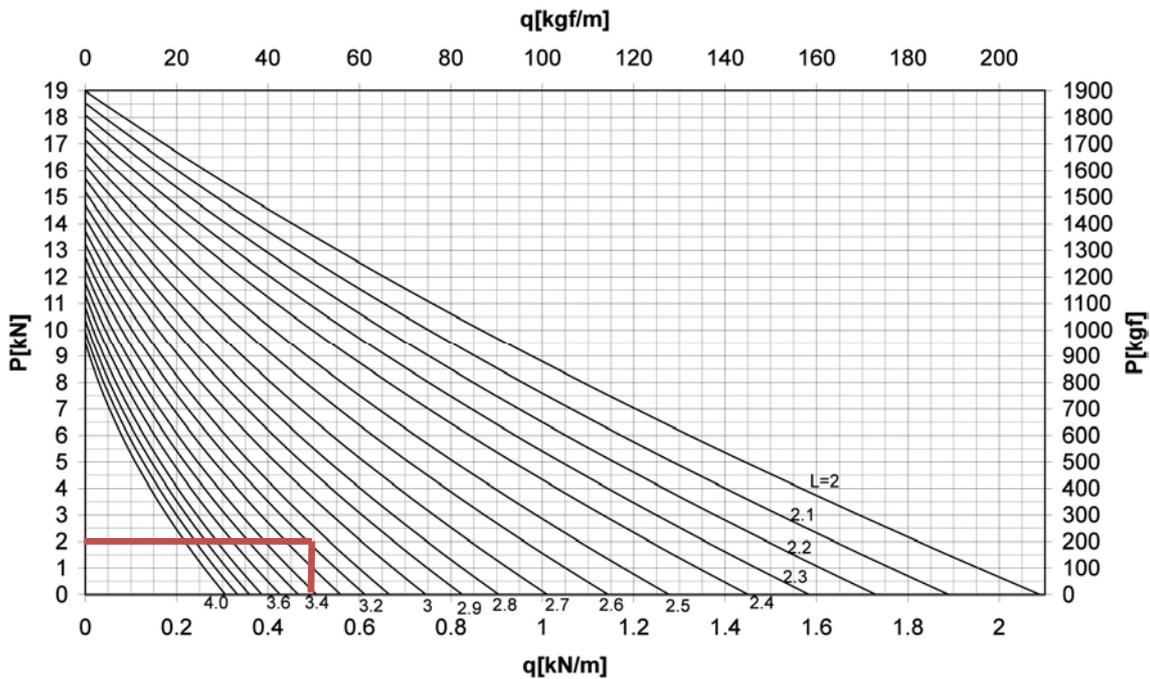


Ilustración 41 Grafico C.5.9. del manual de Steel Framming de interacción de cargas para el calculo de montantes M3, incremento en la carga de viento; Fuente: Original del proyecto

En la grafica C.5.9. podemos comprobar que para la longitud de montante y la carga de viento el montante podría soportar una compresión de hasta aproximadamente 3.3KN.

En los dos casos que se muestran en las graficas C.5.10.como casos eventuales podemos apreciar que en los dos casos que se pide comprobar en el manual el punto de encuentro se encuentra por debajo de curva de nuestra longitud de montante.

Teniendo en cuenta todo esto el montante elegido será el M3. Queda aun el tramo entre el forjado sanitario y cimentación pero tratándose de un tramo de solo 0.85cm de longitud de montante este aspecto queda fuera de las posibilidades descritas en las graficas auxiliares, por lo que el montante tipo M1 cumpliría con los requisitos estructurales pero para evitar conflictos al reducir la sección de montante en un tramo inferior este tramo utilizará los montantes M3 que deben ser utilizados en el tramo forjado sanitario-forjado bajo cubierta. Este mismo caso se da para el muro estructural que como se ha comentado en este mismo apartado se ha tenido que añadir para reducir la luz a 4m, siendo este un muro interior las cargas son menores que para el muro perimetral pero para evitar cambios dimensionales en el mismo muro, esto se da ya que aunque parte del muro es interior los dos primeros metros del muro en cada sentido son exteriores y por lo tanto requieren montantes M3 por lo que se utilizara este tipo para toda la longitud de este muro.

7 - PROCESO CONSTRUCTIVO

En este apartado se describirá los pasos a seguir para la construcción de las estructuras.

7.1 - ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Primero se realizara la limpieza del terreno en el que vamos a ejecutar la construcción de la vivienda. Posteriormente se excavarán los espacios destinados a las zapatas de cimentación, en nuestro caso se tratan de zapatas aisladas superficiales utilizando el propio terreno como encofrado de estas.



Ilustración 42 Armado de cimentación y arranque de pilare; Fuente:
<http://esquedaelementos1.blogspot.com.es/2011/07/cimentaciones.html>

Una vez realizada la excavación se verterá hormigón de limpieza HL-150/B/20 hasta un espesor de 10cm para conseguir una superficie plana y limpia en la que poder empezar a ejecutar la obra. Una vez haya fraguado el hormigón de limpieza se colocaran los separadores de armaduras y se dispondrán las armaduras tanto de las propias zapatas como de espera de los pilares. Una vez tenemos la armadura colocada se verterá el hormigón HA-25/B/20/IIA utilizando para ello cubilote o desde el propio camión hormigonera.

En cuanto el hormigón de las zapatas haya adquirido suficiente resistencia se colocara el armado del primer tramo de pilares que constituirán el forjado sanitario, un primer tramo de 1m de altura (incluyendo el forjado) destinado al paso de instalaciones por debajo de la casa así como la instalación de sistemas auxiliares como serian tanques de agua para el aprovechamiento y reutilización de esta y demás que nos pueda interesar colocar. El armado de los pilares viene descrito en el Anexo 1 – Detalles de estructura de hormigón armado. Estas armaduras deberán prolongarse lo suficiente como para enlazar con las armaduras de las vigas del 1er forjado y actuar como esperas para la ejecución del siguiente tramo de pilares. Cuando este el armado en posición se colocaran los encofrados metálicos y se verterá el hormigón HA-25/B/20/IIA hasta llegar a una altura de 0.75m. El hormigón se deberá vibrar con la ayuda de un vibrado de aguja.



Ilustración 43 Vibrador de aguja para hormigón; Fuente: <http://www.alquilereselling.com/hormigon/>

Una vez los pilares hayan adquirido la suficiente resistencia se procederá al desencofrado de los mismos, hecho lo cual colocaremos el encofrado en toda la superficie de la vivienda. Aunque 0.75m pueda parecer una distancia difícil para encofrar, podemos referirnos a los puntales de la marca Fermar modelo P-0.97 que tienen un rango de 0.6m a 1.02m, además de los puntales se utilizarán sopandas metálicas y encofrado de madera tratada con refuerzos metálicos. Debemos tener en cuenta que la superficie encofrada debe ser superior a la superficie a construir para así permitir una buena colocación de los elementos verticales del encofrado que deberán estar acodados para evitar su vuelco parcial o total y por lo tanto un mal acabado en el forjado. Sobre el encofrado se colocará el armado de las vigas estructurales planas tal y como se describe en los planos del Anexo 1 – Detalles de estructura de hormigón armado, también se colocarán las viguetas pretensadas de hormigón armado y las bovedillas que actuarán como base del forjado, colocando posteriormente las barras de acero que actuarán como negativos del forjado. Es importante también tener en cuenta de disponer de elementos que permitan el posterior paso de instalaciones que pasaran por el forjado, una práctica común es la colocación de tubos de pvc que luego dejarán un hueco para evitar así tener que realizar las perforaciones después de estar el forjado terminado. Una vez tenemos colocados todos los elementos nos disponemos a verter el hormigón HA-25/B/20/IIA, tratándose de poca superficie el vertido puede ser realizado desde cubilote.



Ilustración 44 Bloqueo de los huecos de bovedilla previo al hormigonado; Fuente: <http://www.enriquealario.com/ejecucion-de-forjados-unidireccionales/>

Hay que tener en cuenta que al ser este el primer forjado no es necesario colocar durmientes de madera debajo de los puntales ya que estos apoyan

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

directamente sobre el terreno pero que cuando se ejecute el segundo forjado se hará sobre el primero cuando este tenga suficiente resistencia para soportar una carga distribuida (estando aun apuntalado el mismo) pero no tendrá suficiente resistencia en esos momentos para soportar una carga puntual o de punzonamiento como podemos considerar la carga producida por un único puntal por lo que se deberán colocar durmientes de madera debajo de las líneas de puntales para evitar que estos dañen el forjado existente.

Una vez los elementos han sido desencofrados y están en proceso de fraguado, se deberán regar periódicamente para asegurarnos de que, en caso de perder agua por evaporación, será esta el agua que hemos añadido superficialmente y no la propia de la mezcla del hormigón armado lo que podría provocar problemas en el fraguado. A este proceso se le denomina curado del hormigón y deberá realizarse en todos los elementos de hormigón durante su fraguado.



Ilustración 45 Curado del hormigón de pilare; Fuente: <http://www.enriquealario.com/ejecucion-de-forjados-unidireccionales/>

En cuanto el hormigón vertido adquiera suficiente resistencia como para ser pisable se procederá a la colocación del armado de los pilares. En este caso siendo su terminación el forjado bajo cubierta, no se prolongarán más allá de la altura de forjado las armaduras, por lo que las armaduras serán dobladas en la cabeza del pilar. Repetiremos el proceso, igual que habíamos hecho anteriormente se colocará el encofrado de pilares y se verterá el hormigón. Se debe tener en cuenta que al ser este tramo de pilares de una altura mayor se deberá realizar el vertido con la ayuda de una manguera para evitar que al verterse de gran altura se cree disgregación de los áridos. Durante el vertido se realizarán vibrados con la ayuda de un vibrador de aguja aproximadamente cada medio metro hormigonado asegurándose de que la aguja del vibrador llegue a conectar la capa actual con la anterior ya vibrada. Pasado un mínimo de 24h se comprobará el estado del hormigón para ver si fuera posible su desencofrado.

Una vez terminados los pilares, procederemos a encofrar el forjado bajo cubierta, como ya se ha comentado es importante colocar durmientes de madera debajo de las líneas de puntales para evitar daños en el primer forjado. Esto a parte, el resto de consideraciones serán las mismas que para la ejecución del primer forjado.

7.2 - ESTRUCTURA DE ACERO

En el caso de la estructura de acero dividimos el proceso constructivo en dos fases, trabajo en taller y trabajo en obra, aunque generalmente el trabajo en taller será responsabilidad de una empresa ajena y por tanto no participaremos, ya que tiene gran importancia lo incluiremos en este apartado de proceso constructivo.

- Trabajos en taller:

El trabajo en taller comenzará una vez recibida la documentación necesaria por parte del proyectista, que debe incluir información gráfica detallada de las piezas necesarias así como cualquier perforación o escote que se deba realizar.

Una vez recibida esta información se procederá al plantillaje de las piezas a escala 1:1, en caso de que el corte de piezas en el taller se realice con maquina de oxicorte no será necesario esto ya que la maquina puede trabajar con el modelado hecho por ordenador. Cuando tengamos las plantillas de las piezas procederemos al conformado de estas. Una vez hecho esto deberemos comprobar que no se han generado defectos en las piezas durante su conformado o corte pudiendo ser estas abolladuras, grietas o impurezas adheridas a las piezas.



Ilustración 46 Detalle de máquina de oxicorte; Fuente: www.oxilaser.com

Con las piezas ya de las dimensiones deseadas, se procederá al biselado de los bordes donde luego vaya aplicado un cordón de soldadura. En nuestro caso se realizará el soldado en taller de los refuerzos de uniones que se deberán situar en los pilares, es decir en los perfiles HEB 100 y HEB 120 (estos detalles de uniones están detallados en los planos correspondientes del Anexo 2 – Detalles estructura de acero). En los pilares de cimentación a primer forjado (forjado sanitario) se soldara en sus extremos chapas, en el extremo inferior esta chapa actuará de enlace entre la estructura y la cimentación por lo que también deberá estar perforada para su unión con los pernos colocados previamente en las zapatas, por otro lado la chapa del extremos superior no necesitará de ningún proceso adicional ya que su función es actuar de enlace entre los dos tramos de pilares. Además de estas dos chapas se soldarán refuerzos a 66mm del extremo superior del pilar y a la distancia del espesor de la viga que vaya unida en cada caso, teniendo que coincidir los refuerzos con la posición en la que las alas de la viga principal vayan unidas al perfil del pilar.

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

Una vez realizado todo esto se procederá al limpiado de la superficie para su pintado, en general se aplicarán a cada pieza dos capas de pintura anticorrosiva y dos capas de pintura de terminación, cuando la pintura se haya aplicado se deben realizar una inspección visual comprobando y asegurándonos de que toda la superficie ha sido cubierta.

Ya por terminar con los trabajos en talles se deberán marcar las piezas para evitar confusión, por ejemplo se marcará P1 C-F1 a la pieza correspondiente HEB 100 que actúa como pilar entre cimentación y el primer forjado y que en planos tiene como referencia P1. Una vez marcadas las piezas se distribuirán por lotes teniendo especial cuidado de que las piezas no puedan sufrir daños o desperfectos durante su traslado.

Trabajos en obra:

Primero se realizara la limpieza del terreno en el que vamos a ejecutar la construcción de la vivienda. Posteriormente se excavarán los espacios destinados a las zapatas de cimentación, en nuestro caso se tratan de zapatas aisladas superficiales utilizando el propio terreno como encofrado de estas.

Una vez realizada la excavación se verterá hormigón de limpieza HL-150/B/20 hasta un espesor de 10cm para conseguir una superficie plana y limpia en la que poder empezar a ejecutar la obra. Una vez haya fraguado el hormigón de limpieza se colocaran los separadores de armaduras y se dispondrán las armaduras de las propias zapatas y se colocarán los pernos de anclaje para luego sujetar la estructura metálica. Una vez tenemos la armadura colocada se verterá el hormigón HA-25/B/20/IIA utilizando para ello cubilote o desde el propio camión hormigonera.



Ilustración 47 Apoyo provisional con puntales de viga metálica; Fuente: epachon.wordpress.com

Cuando las zapatas hayan adquirido la resistencia requerida, se colocarán sobre ellas el primer tramo de pilares, siendo pilares metálicos deberemos tener en cuenta sobre todo su alineación y aplomo, una vez se haya comprobado que todos los pilares se encuentran en su sitio correctamente alineados y aplomados realizaremos una fijación temporal, ya sea esta por apuntalamiento o por puntos de soldadura temporales. Una vez hecho esto pasaremos a colocar las vigas, al igual que con los pilares, las vigas deberán colocarse en posición y mantenerse con un sistema de fijado provisional, utilizando por ejemplo, puntales. Cuando hayamos realizado todo el montaje provisional hasta el primer forjado, volveremos a realizar las comprobaciones de alineación tanto

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

para pilares como vigas, comprobaremos el aplomo de los pilares y la nivelación de las vigas. Si se comprueba que todos los elementos están realmente correctamente colocados, se procederá a su fijado definitivo. En este caso todas las uniones se solventarán por soldadura ya que tratándose de una obra de pequeñas dimensiones, la dimensión de los pilares viene determinada mas por la exigencia de la unión que de la carga a soportar, lo que produce que para una unión atornillada con las exigencias de separación entre perforaciones y el suficiente espaciado para el correcto apretado de los tornillos se debería sobredimensionar aun mas los pilares. Considerando que una de las ventajas del acero es la esbeltez de sus elementos nos decantamos por la opción de uniones soldadas.



Ilustración 48 Ejemplo de estructura con uniones soldadas; Fuente: blog.prefire.es

Antes de comenzar con la ejecución del primer forjado continuaremos con el montaje del segundo tramo de pilares, al igual que con el primer tramo de pilares, primero se realizará un montaje provisional en el que se comprobará su alineación y aplomo. Con los pilares colocados, se posicionarán las vigas, una vez más repitiendo el proceso realizado en el primer forjado con un montaje provisional para poder así comprobar la alineación y nivelación de estos elementos antes de realizar las uniones definitivas.

Una vez terminada la estructura metálica de pilares y vigas se ejecutaran los forjados de hormigón siguiendo los mismos pasos que los descritos en el apartado anterior. En este caso las viguetas pretensadas se apoyaran sobre las vigas metálicas.

7.3 - ESTRUCTURA STEEL-FRAME

En el sistema steel-frame existen tres sistemas de construcción que son construcción modular, balloon frame y platform frame.

Para este caso el sistema elegido será el de platform frame en el que la construcción se realiza por plantas.

Primero se realizara la limpieza del terreno en el que vamos a ejecutar la construcción de la vivienda. Posteriormente se excavara el espacio dedicado a la cimentación, en nuestro caso se trata de una zapata corrida superficial utilizando el propio terreno como encofrado de estas.

Una vez realizada la excavación se verterá hormigón de limpieza HL-150/B/20 hasta un espesor de 10cm para conseguir una superficie plana y limpia en la que poder empezar a ejecutar la obra. Una vez haya fraguado el hormigón de limpieza se colocaran los separadores de armaduras y se dispondrán las armaduras de la propia zapata y se colocarán los pernos de anclaje, que deberán ser de métrica 14 y con un espaciado máximo entre ellos de 1,8m, para luego sujetar la estructura steel-frame. La localización de estos pernos se puede comprobar en el plano 1 del Anexo 3. Una vez tenemos la armadura colocada se verterá el hormigón HA-25/B/20/IIA utilizando para ello el propio camión hormigonera.

Cuando la cimentación tenga la resistencia adecuada y se pueda trabajar sobre ella colocaremos los perfil solera tipo S3 en la base de los muros según el detalle a continuación extraído del propio manual utilizado para diseñar la estructura.

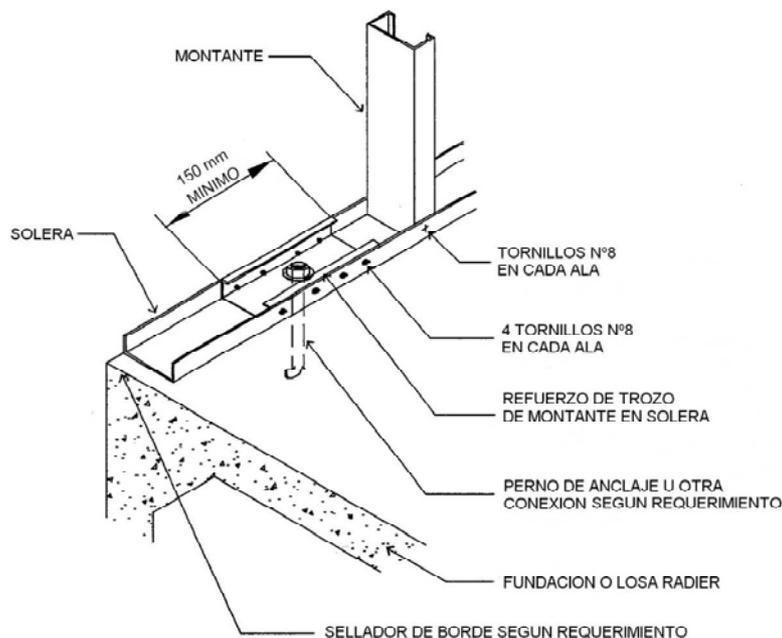


Ilustración 49 Detalle de anclaje de estructura a cimentación; Fuente: Manual de Steel Framing

En el lugar donde se deba anclar el perno se realizará una perforación en el montaje que debe tener como máximo 114mm de longitud en el sentido longitudinal

del perfil y 38 mm máximo en sentido perpendicular. Esto permite cierto juego a la hora de encajar los pernos y por esto mismo es necesario incluir un refuerzo de trozo de montante M3 que encajara dentro del perfil solera S3 y que tendrá una perforación ajustada al diámetro del perno utilizado. Este refuerzo una vez encajado con el perno se anclará al perfil solera en sus alas con tornillos de cabeza de lenteja autoperforante con una separación de 25mm entre centros.

Una vez el perfil solera está fijado a la cimentación comenzaremos con el montaje de los montantes. Cada montante deberá ser comprobado según alineación y aplomo. Debemos considerar que se debe dejar acceso a este espacio bajo forjado que aunque no sea habitable se deberá acceder a él tanto para la instalación del primer forjado como para la colocación de las instalaciones necesarias, esta abertura se dejará en los muros norte montando un perfil dintel, el montaje de este tipo de hueco se detalla en el segundo tramo de muro donde se centran el mayor número de aberturas. Estos montantes se fijarán a tope en el perfil solera con un tornillo de cabeza de lenteja autoperforante uno conectando a cada ala del montante con la del perfil solera y añadiendo otro perfil solera en la parte superior de los montantes. En cuanto un tramo de muro este completo se colocarán apoyos provisionales para evitar el vuelco del muro. Estos apoyos serán retirados una vez el muro esté conectado con los otros tramos. Teniendo en cuenta que el muro se plantea como sistema de doble piel. El arriostrado exterior se realizará mediante paneles de OSB estructurales de 15mm de espesor mientras que en la cara interior se colocarán cintas planas con unas dimensiones de 38mm de ancho y 0.84mm de espesor. Siendo este primer tramo inferior a 2.4m de altura se colocará una única cinta por la cara interior a media altura. Para el montaje de la cinta se colocarán tramos de perfil solera que actuarán como bloqueadores entre perfiles montante, estos refuerzos deberán colocarse en los extremos y a tramos intermedios nunca permitiendo un espaciado entre ellos superior a 3.6m. El montaje de los paneles exteriores de OSB se realizará una vez todos los tramos de muro estén en posición para dar un acabado continuo.

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

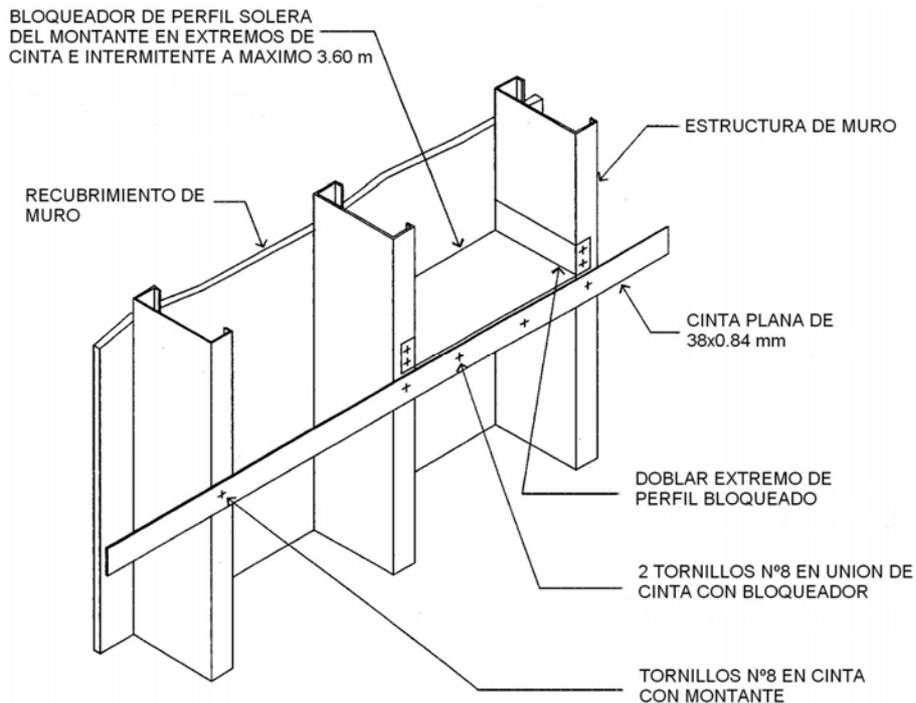


Ilustración 50 Detalle de arriostramiento con paneles en cara exterior y cinta metálica en cara interior;
Fuente: Manual de steel framing

Debemos tener en cuenta que se debe evitar empalmar los perfiles montantes pero que si se deben empalmar los perfiles soleras inferior y superior. Estos empalmes se situaran tal y como la modulación original del prototipo eBRICKhouse es decir, dividiendo el muro oeste en tres tramos siendo estos de 2, 3 y 3m respectivamente de sur a norte. El muro intermedio o interior en tramos de 2, 3, 3 y 2m respectivamente de sur a norte y el muro este en tramos de 3, 3 y 2m respectivamente de sur a norte. Estos empalmes se realizaran con un refuerzo de perfil montante M3 de largo mínimo 15 cm, es decir de 7.5cm a cada lado del corte, y fijado en las alas con tornillos de cabeza de lenteja autoperforante.

Para unir los tramos de muro se utilizara el propio perfil solera, cortando el ala de la cara interior del perfil y solapando el perfil con el mismo perfil solera del tramo perpendicular de muro. Además de esto se distribuirán los montantes en este punto como muestra el detalle a continuación:

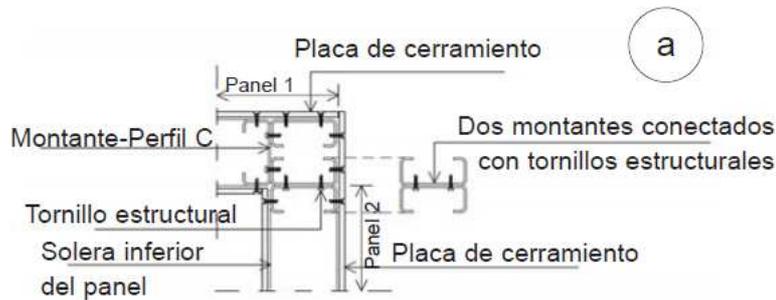


Ilustración 51 Detalle de unión entre muros; Fuente: Manual de Steel Framming

Cuando estén todos los tramos del muro colocados y aplomados comenzaremos con el montaje del primer forjado, comenzaremos montando sobre el muro este y oeste los perfiles de borde tipo U1, también se deberán colocar en los dos primeros metros a los extremos del muro intermedio. Posteriormente se procederá al fijado de las viguetas, siendo estos perfiles tipo C de referencia V1. Se deben colocar alineadas con los montantes para evitar cualquier problema que pueda surgir por excentricidad en la transmisión de cargas. Acoplada al alma de este perfil se colocará un refuerzo tipo montante M3 con un ángulo conector para asegurar la rigidez del alma en el extremo.

En el empalme de las viguetas sobre el tramo intermedio las viguetas se deberán prolongar 75mm sobre el eje del perfil solera que los soportará dando lugar a un solape entre viguetas de 150mm y que estarán conectadas entre ellas por 4 tornillos de cabeza de lenteja autoperforante. Como se da el caso que el muro intermedio continuará por encima de este forjado se deberán colocar, en el hueco del perfil, un tramo de perfil por ejemplo M3 que actué como rigidizador del alma. Teniendo en cuenta que por encima de este forjado aun se deberá ejecutar otro tramo de muro portante antes de colocar los paneles de OSB, que proporcionaran rigidez en las alas y un suelo continuo sobre el que instalar el pavimento que se desee, se distribuirán las soleras de arranque del siguiente tramo de muros teniendo en cuenta la distribución de huecos para puertas y ventanas a nivel de suelo, donde no se deberá instalar perfil solera.

Para facilitar en la medida de lo posible el montaje de los paneles de OSB comenzaremos montando los de la cara inferior del forjado, aprovechando para fijar estos paneles con gatos y así evitar tener que sostener una carga en una posición incómoda. Una vez fijado provisionalmente el panel con los gatos se fijará desde la cara inferior con tornillos de cabeza de trompeta autoperforantes. Se debe tener en cuenta de que los tornillos deberán tener una separación de 150mm en los bordes del panel y de 300mm en los soportes intermedios, también se debe tener en cuenta que en los casos donde dos paneles se soporten en la misma vigueta, en las juntas de paneles, los tornillos de esta junta se deberán colocar salteados, es decir que no coincidan los tornillos a ambos lados de la junta para evitar debilitar el ala de la vigueta con dos perforaciones.

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

Una vez montado los paneles inferiores se rellenará el entrevigado con aislante y se colocará la cara superior de paneles OSB teniendo en cuenta las mismas consideraciones que para el montaje de la cara inferior.

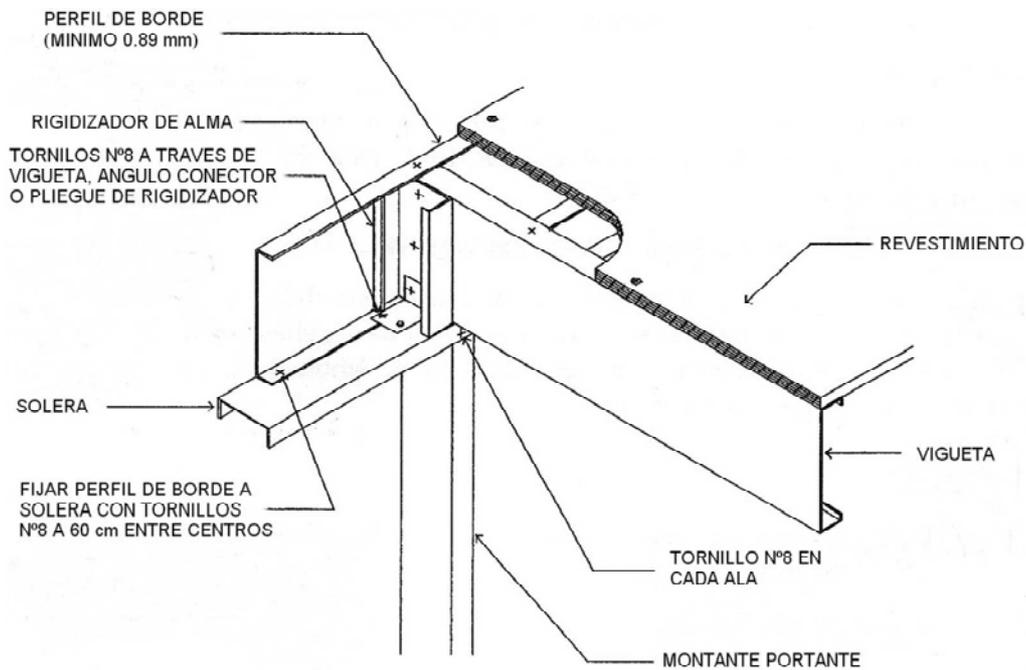


Ilustración 52 Detalle unión de forjado con muro resistente; Fuente: Manual de steel framing

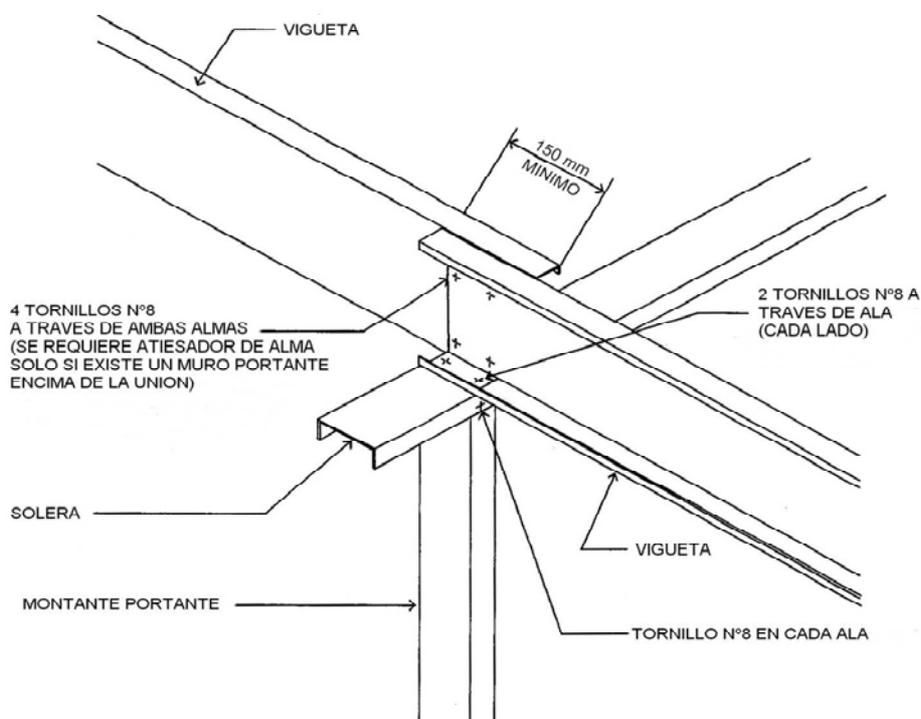


Ilustración 53 Detalle de empalme de viguetas para luces superiores a 4m o cuando sea necesario; Fuente MAnnual de Steel Framming

Una vez tengamos una base solida sobre la que trabajar, es decir que este el primer forjado totalmente cubierto por paneles estructurales de OSB comenzaremos

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

con el montaje del segundo tramo de muros portantes, ejecutados con montantes M3. El proceso de ejecución de este segundo tramo de muro será igual al del primer tramo salvo que al este ser de una altura superior a 2.4m se colocarán las cintas, en este caso dos, a 1/3 y 2/3 de la altura de muro.

Otra diferencia en cuanto al primer tramo de muro es que al estar este en la planta habitable de la vivienda existe la necesidad de dejar huecos para puertas y ventanas. Para esto debemos construir vigas dintel. Estas vigas dintel estarán constituidas por dos perfiles tipo V1 formando una viga cajón inmediatamente debajo del perfil solera superior del muro, debajo de los perfiles V1 se colocara otro perfil solera y perfil montantes hasta llegar a la altura del hueco. Se deberán colocar tantos montantes en el lateral, actuando como jambas del hueco, como montantes deberían de haber ocupado el hueco en condiciones de muro continuo. En caso de ser impar el número de montantes siempre se redondeará al alza.

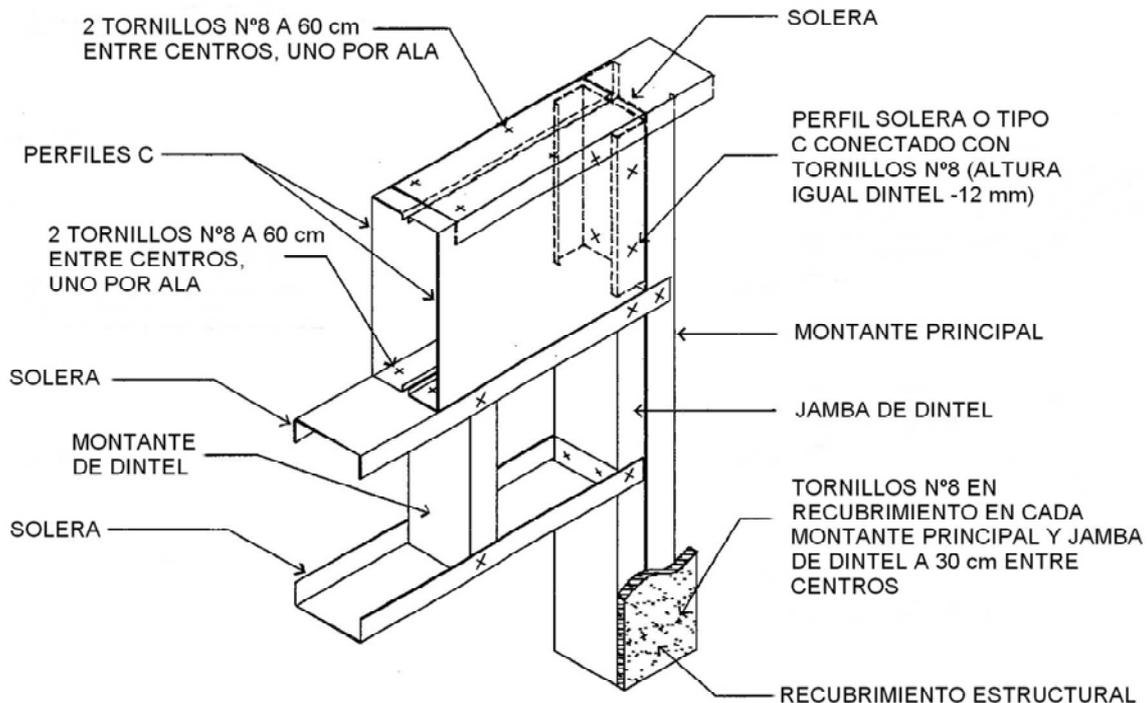


Ilustración 54 Detalle de montaje de viga dintel; Fuente: MAnual de steel framing

Por último se montará el forjado bajo cubierta, para esto se seguirán los mismos pasos que para el prime forjado teniendo en cuenta que, al no haber muros resistentes por encima de esta altura, no se necesita colocar los rigidizadores de alma y que el revestimiento de panel estructural OSB en la cara superior deberá ocupar la totalidad de la superficie del forjado, independientemente de los elementos como peto y formación de cubiertas que vayan montados sobre él.

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE



Ilustración 55 Montaje de estructura mixta con acero laminado en caliente y steel-frame utilizada en el prototipo éBRICKhouse; Fuente: Fotos del equipo

Una vez realizado todo este montaje se colocará el revestimiento exterior que también actúa como riostra de muros antes de añadir carga a la estructura. Debemos tener especial consideración al fijar estas placas en los alrededores de huecos para puertas y ventanas teniendo en cuenta siempre que no coincida la junta del revestimiento con el lateral de uno de estos huecos para evitar puntos débiles. Para el fijado del revestimiento a la estructura y su integración en esta los paneles deberán fijarse de la misma forma que el revestimiento de los forjados, con tornillos auto perforantes cada 150mm el contorno del panel y 300mm en los apoyos intermedios. Al igual que en el forjado se debe tener especial cuidado de alternar el fijado de los paneles en los bordes para evitar debilitar en exceso las piezas estructurales por las perforaciones.

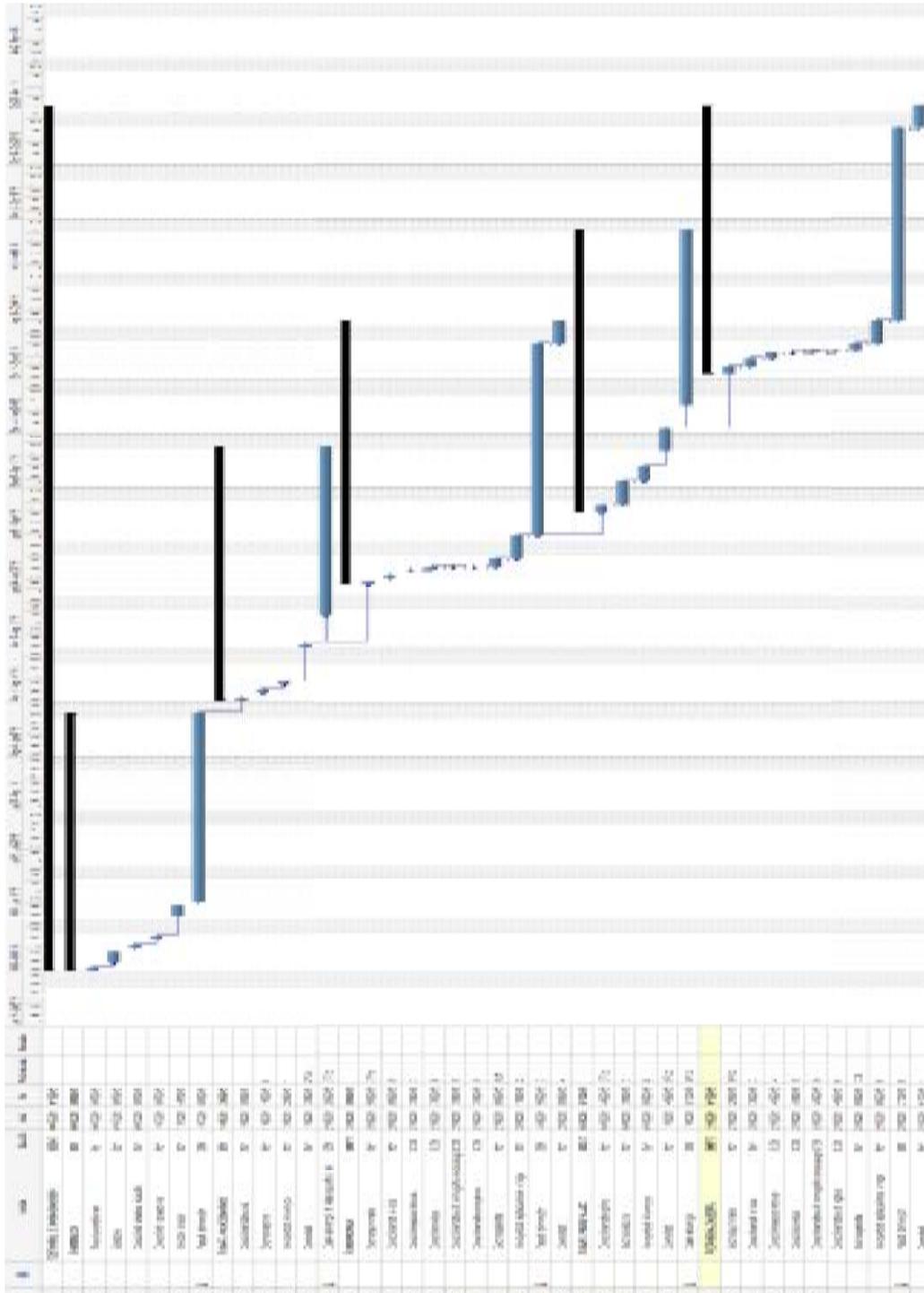


Ilustración 56 Montaje de revestimiento de OSB sobre Steel-Frame; Fuente: fotos del equipo

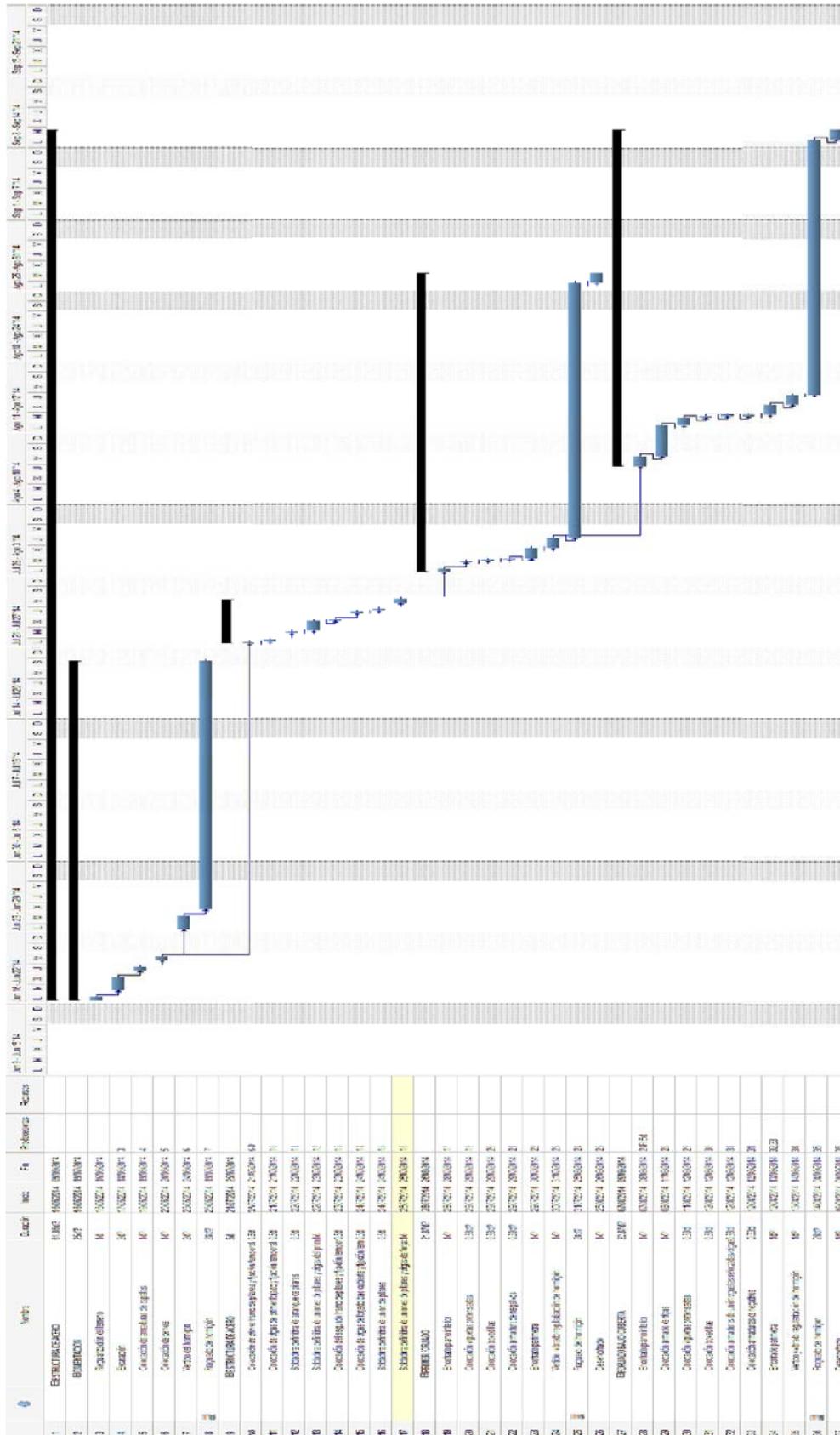
8 - PROGRAMACIÓN

En este apartado se muestran las programaciones para la ejecución de las estructuras aunque, por condiciones de las imágenes, no se dispone de mucha calidad, imágenes de mejor calidad se encuentran en los anexos correspondientes a la programación.

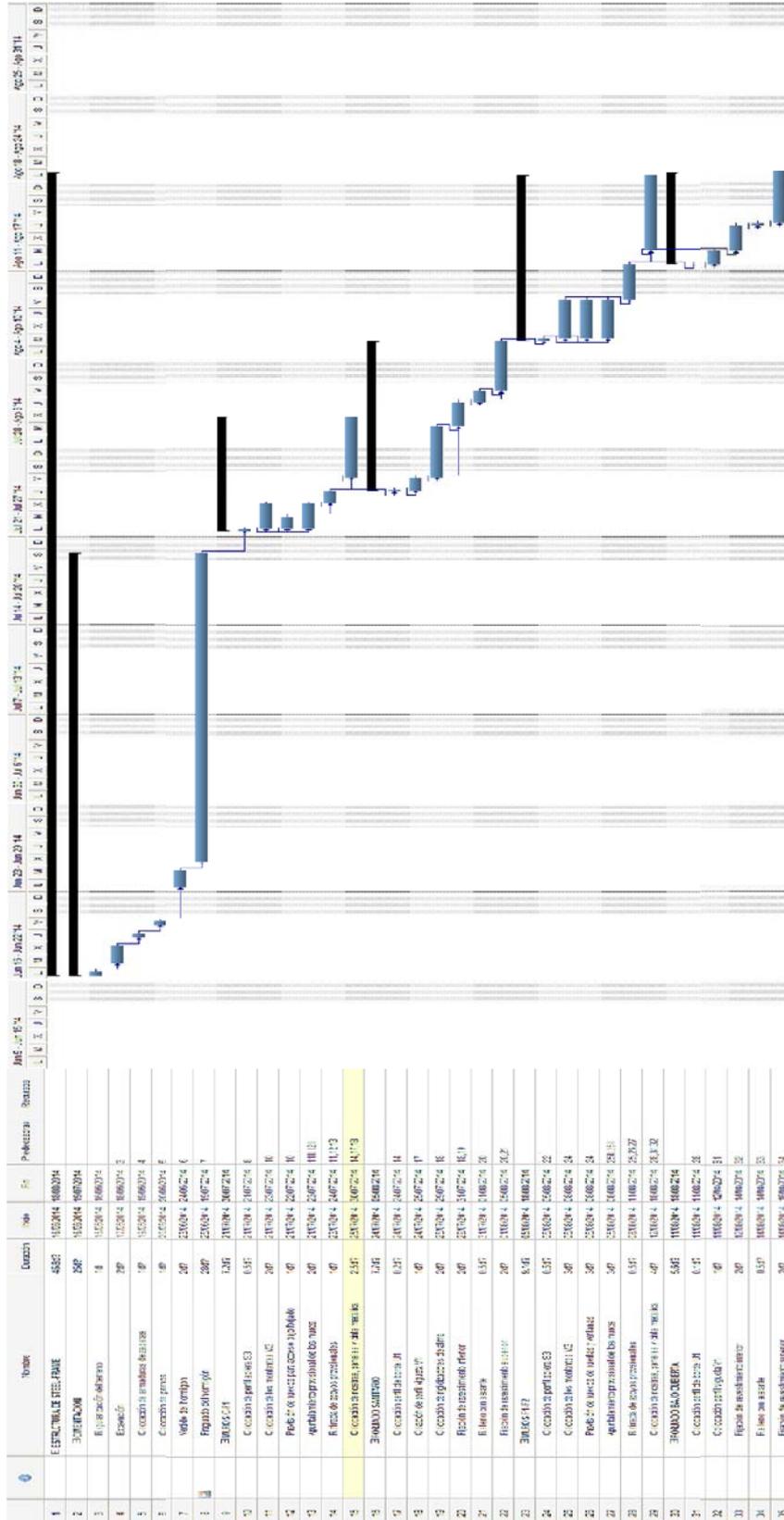
8.1 - ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO



8.2 - ESTRUCTURA DE ACERO



8.3 - ESTRUCTURA STEEL-FRAME



9 - PRESUPUESTO

En este apartado se muestran los presupuestos de la ejecución material de la obra, en el caso de hormigón armado y acero estos se han obtenido mediante el programa Arquímedes de CYPE mientras que el de Steel-Frame se ha realizado con ayuda de bases de datos al no existir oferta de este tipo de perfiles actualmente.

9.1 - ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

El documento del presupuesto completo, generado con el programa Arquímedes de CYPE, se encuentra en el Anexo 7 – Presupuesto estructura de hormigón armado.

En la tabla que se muestra a continuación tenemos un resumen de las partidas de obra, dentro de las cuales ya se incluye los costes de medios auxiliares y mano de obra.

Tabla 41 Presupuesto estructura hormigón armado; Fuente: Original del proyecto

Cimentación	788.54€
Regularización	82.41€
Zapatas Aisladas	480.63€
Nivelación	225.54€
Estructura	9444.84€
Pilares de hormigón armado	1589.40€
Vigas de hormigón armado	1383.17€
Forjado unidireccional con viguetas pretensadas	6582.27€
TOTAL	10233.42€

9.2 - ESTRUCTURA DE ACERO

El documento del presupuesto completo, generado con el programa Arquímedes de CYPE, se encuentra en el Anexo 8 – Presupuesto estructura de acero.

En la tabla que se muestra a continuación tenemos un resumen de las partidas de obra, dentro de las cuales ya se incluye los costes de medios auxiliares y mano de obra.

Tabla 42 Presupuesto estructura acero; Fuente: Original del proyecto

Cimentación	570.61€
Regularización	82.41€
Zapatas Aisladas	480.63€
Estructura	12957.46€
Placas de anclaje de acero	180.36€
Pilares de acero	2668.23€
Vigas de acero	3516.60€
Forjado unidireccional con viguetas pretensadas	6582.27€
TOTAL	13528.07€

Como comentario adicional, se sabe que el precio de una estructura de acero respecto a una de hormigón incrementa el coste en torno a un 30% por lo que podemos considerar este presupuesto como dentro de la norma con un incremento del 32.2%.

9.3 - ESTRUCTURA DE STEEL-FRAME

En este caso no es posible dar un presupuesto del mismo modo que en los otros tipos de estructura ya que en nuestro país no se comercializa este tipo de perfiles por lo que el presupuesto será aproximado al precio por Kg de material obtenido del banco de precios del Itec.

La única empresa que trabaja con este tipo de estructura de la que tengo constancia dispone de su propia máquina para conformar los perfiles en frío y por lo tanto tampoco se puede obtener un precio del producto finalizado ya que ellos mismos también trabajarían comprando planchas para luego generar ellos mismos los perfiles necesarios.

Para poder realizar el presupuesto por Kg que es el dato de que disponemos después de la consulta de la base de datos, primero debemos conocer exactamente la cantidad de material que se utiliza en las distintas partidas de obra. Por eso a continuación realizaremos la medición de los distintos elementos utilizados en la construcción:

- **Primer tramo de muro resistente (cimentación-forjado sanitario):**

- Muro Oeste:

Muro formado por perfil solera S3 dividido en 3 tramos de 2, 3 y 3m con 2 piezas auxiliares de montante M3 de 0.15m, 25 montantes M3 de 0.85m de longitud y terminado en otro perfil solera S3 dividido en 3 tramos de 2, 3, y 3m con piezas auxiliares de montante M3 de 0.15m. Recubrimiento exterior panel estructural OSB de 1m de altura y 8m de longitud. En cara interior fijación con cinta metálica de 38x0.84mm y 8m de longitud con 4 refuerzos utilizando perfil solera S3 de 0.4m más 0.2m para el doblado.

Tabla 43 Medición muro oeste, tramo C-F1; Fuente: Original del proyecto

Material	Medición
Perfil Solera S3	18.40 m
Perfil Montante M3	21.85 m
Cinta metálica 38x0.84mm	8 m
Panel estructural OSB e=15mm	8.3 m ²

- Muro Intermedio:

Muro formado por perfil solera S3 dividido en 4 tramos de 2, 3, 3y 2m con 3 piezas auxiliares de montante M3 de 0.15m, 37 montantes M3 de 0.85m de longitud y terminado en otro perfil solera S3 dividido en 3 tramos de 2, 3, 3y 2m con 3 piezas auxiliares de montante M3 de 0.15m. Recubrimiento con panel estructural OSB de 1m de altura y 4m de largo e interiormente con el mismo panel estructural de 0.85m de altura y 16m de largo

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

Tabla 44 Medición muro intermedio, tramo C-F1; Fuente: Original del proyecto

Material	Medición
Perfil Solera S3	20 m
Perfil Montante M3	31.45 m
Panel estructural OSB e=15mm	17.6 m ²

- Muro Este:

Muro formado por perfil solera S3 dividido en 3 tramos de 2, 3 y 3m con 2 piezas auxiliares de montante M3 de 0.15m, 25 montantes M3 de 0.85m de longitud y terminado en otro perfil solera S3 dividido en 3 tramos de 2, 3, y 3m con piezas auxiliares de montante M3 de 0.15m. Recubrimiento exterior panel estructural OSB de 1m de altura y 8.3m de longitud. En cara interior fijación con cinta metálica de 38x0.84mm y 8m de longitud con 4 refuerzos utilizando perfil solera S3 de 0.4m más 0.2m para el doblado.

Tabla 45 Medición muro este, tramo C-F1; Fuente: Original del proyecto

Material	Medición
Perfil Solera S3	18.40 m
Perfil Montante M3	21.85 m
Cinta metálica 38x0.84mm	8 m
Panel estructural OSB e=15mm	8.3 m ²

- Muro Sur 1:

Muro formado por perfil solera S3 de 3.844m, 11 montantes M3 de 0.85m de longitud y terminado en otro perfil solera S3 de 3.844m. Recubrimiento exterior panel estructural OSB de 1m de altura y 4.052m de longitud. En cara interior fijación con cinta metálica de 38x0.84mm y 3.844m de longitud con 2 refuerzos utilizando perfil solera S3 de 0.4m más 0.2m para el doblado.

Tabla 46 Medición muro sur 1, tramo C-F1; Fuente: Original del proyecto

Material	Medición
Perfil Solera S3	7.688 m
Perfil Montante M3	9.35 m
Cinta metálica 38x0.84mm	3.844 m
Panel estructural OSB e=15mm	4.052 m ²

- Muro Sur 2:

Muro formado por perfil solera S3 de 3.844m, 11 montantes M3 de 0.85m de longitud y terminado en otro perfil solera S3 de 3.844m. Recubrimiento exterior panel estructural OSB de 1m de altura y 3.948 de longitud. En cara interior fijación con cinta metálica de 38x0.84mm y 3.844m de longitud con 2 refuerzos utilizando perfil solera S3 de 0.4m más 0.2m para el doblado.

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

Tabla 47 Medición muro sur 2, tramo C-F1; Fuente: Original del proyecto

Material	Medición
Perfil Solera S3	7.688 m
Perfil Montante M3	9.35 m
Cinta metálica 38x0.84mm	3.844 m
Panel estructural OSB e=15mm	3.948 m ²

- Muro Norte 1:

Muro formado por perfil solera S3 de 3.844m, 6 montantes M3 de 0.85m de longitud y terminado en otro perfil solera S3 de 3.844m. Para la obertura de un hueco de acceso se utilizan 2 perfiles solera S3 de 2.295m, 4 montantes M3 de 0.7m y dos vigas V1 de 2.295m. Recubrimiento exterior panel estructural OSB de 1m de altura y 3.948 de longitud menos el hueco de 2.295x0.7m. En cara interior fijación con cinta metálica de 38x0.84mm y de longitud 0.75m y 0.94m con 4 refuerzos utilizando perfil solera S3 de 0.4m más 0.2m para el doblado.

Tabla 48 Medición muro norte, tramo C-F1; Fuente: Original del proyecto

Material	Medición
Perfil Solera S3	14.678 m
Perfil Montante M3	9.65 m
Perfil Vigueta V1	4.59 m
Cinta metálica 38x0.84mm	1.69 m
Panel estructural OSB e=15mm	2.34 m ²

- Muro Norte 2:

Muro formado por perfil solera S3 de 3.844m, 6 montantes M3 de 0.85m de longitud y terminado en otro perfil solera S3 de 3.844m. Para la obertura de un hueco de acceso se utilizan 2 perfiles solera S3 de 2.295m, 4 montantes M3 de 0.7m y dos vigas V1 de 2.295m. Recubrimiento exterior panel estructural OSB de 1m de altura y 4.052 de longitud menos el hueco de 2.295x0.7m. En cara interior fijación con cinta metálica de 38x0.84mm y de longitud 0.75m y 0.94m con 4 refuerzos utilizando perfil solera S3 de 0.4m más 0.2m para el doblado.

Tabla 49 Medición muro norte 2, tramo C-F1; Fuente: Original del proyecto

Material	Medición
Perfil Solera S3	14.678 m
Perfil Montante M3	9.65 m
Perfil Vigueta V1	4.59 m
Cinta metálica 38x0.84mm	1.69 m
Panel estructural OSB e=15mm	2.45 m ²

- **Total:**

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

Tabla 50 Medición de los muros en la obra, tramo C-F1; Fuente: Original del proyecto

Material	Medición
Perfil Solera S3	101.532 m
Perfil Montante M3	113.15 m
Perfil Vigüeta V1	9.18 m
Cinta metálica 38x0.84mm	27.068 m
Panel estructural OSB e=15mm	47.291 m ²

- **Forjado sanitario:**

Forjado ligero compuesto de 2 paños de 22 vigüetas V1 de 4.075m de longitud, además de perfil perimetral de borde del que se usan 4 tramos, dos de 8m y dos de 2m. En los extremos de las vigüetas se sitúan perfiles M3 de longitud igual a la altura de las vigüetas como rigidizadores del alma, $44 \times 2 \times 0.15 = 13.2\text{m}$. Recubrimiento de panel estructural OSB en cara inferior menos los tramos cubiertos por solera $64\text{m}^2 - (43.376\text{m} \times 0.104\text{m}) = 59.5\text{m}^2$. El mismo recubrimiento se aplicará a la cara superior siendo en este caso $64\text{m}^2 - (35.636 \times 0.104\text{m}) = 60.29\text{m}^2$

Tabla 51 Medición forjado sanitario; Fuente: Original del proyecto

Material	Medición
Perfil vigüeta V1	179.3m
Perfil de borde U1	20m
Perfil montante M3	13.2m
Panel estructural OSB e=15mm	119.79m ²

- **Segundo tramo de muro resistente (forjado sanitario-forjado bajo cubierta):**

- Muro Oeste:

Muro formado por perfil solera S3 dividido en 3 tramos de 2, 3 y 3m con 2 piezas auxiliares de montante M3 de 0.15m, 22 montantes M3 de 2.85m de longitud y terminado en otro perfil solera S3 dividido en 3 tramos de 2, 3, y 3m con piezas auxiliares de montante M3 de 0.15m. Con un hueco para puerta utilizando dos montantes M3 de 2.7m y tres de 0.697m, además de dos perfiles soleras de 1.565m y dos vigüetas V1 de 1.565m Recubrimiento exterior panel estructural OSB de 3m de altura y 8m de longitud menos un hueco de $2.1 \times 1.565\text{m} = 3.29\text{m}^2$. En cara interior fijación con cinta metálica a 1/3 y 2/3 de altura de 38x0.84mm en dos tramos de 3.6 y 2.97m respectivamente con 4 refuerzos utilizando perfil solera S3 de 0.4m más 0.2m para el doblado.

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

Tabla 52 Medicion muro oeste, tramo F1-F2; Fuente: Original del proyecto

Material	Medición
Perfil Solera S3	17.565 m
Perfil Montante M3	70.2 m
Perfil Vigüeta V1	3.13 m
Cinta metálica 38x0.84mm	13.14 m
Panel estructural OSB e=15mm	20.71 m ²

- Muro Intermedio:

Muro formado por perfil solera S3 dividido en 4 tramos de 2, 3, 3y 2m con 3 piezas auxiliares de montante M3 de 0.15m, 34 montantes M3 de 2.85m de longitud y terminado en otro perfil solera S3 dividido en 3 tramos de 2, 3, 3y 2m con 3 piezas auxiliares de montante M3 de 0.15m. Con un hueco para puerta utilizando dos montantes M3 de 2.7m y dos de 0.697m, además de dos perfiles soleras de 1.165m y dos vigüetas V1 de1.165m. Recubrimiento con panel estructural OSB de 3m de altura y 4m de largo e interiormente placas de cartón yeso de 15mm de espesor en los tramos interiores siendo estos de 6m por cada cara y 2.85m de altura. En los tramos donde dan al exterior fijación con cinta metálica a 1/3 y2/3 de altura de 38x0.84mm en dos tramos de 2m cada uno con 4 refuerzos utilizando perfil solera S3 de 0.4m más 0.2m para el doblado.

Tabla 53 Medición del muro intermedio, tramo F1-F2; Fuente: Original del proyecto

Material	Medición
Perfil Solera S3	23.565 m
Perfil Montante M3	103.19 m
Perfil Vigüeta V1	2.33 m
Cinta metálica 38x0.84mm	8 m
Panel estructural OSB e=15mm	12.9 m ²
Panel cartón-yeso e=15mm	34.2 m ²

- Muro Este:

Muro formado por perfil solera S3 dividido en 3 tramos de 2, 3 y 3m con 2 piezas auxiliares de montante M3 de 0.15m, 23 montantes M3 de 2.85m de longitud y terminado en otro perfil solera S3 dividido en 3 tramos de 2, 3, y 3m con piezas auxiliares de montante M3 de 0.15m. Con un hueco para ventana utilizando dos montantes M3 de 2.7m y dos de 0.297m, además de dos perfiles soleras de 1.165m y dos vigüetas V1 de1.165m. Recubrimiento exterior panel estructural OSB de 3m de altura y 8.3m de longitud menos un hueco de 2.5x1.165m = 3.29m². En cara interior fijación con cinta metálica a 1/3 y2/3 de altura de 38x0.84mm en dos tramos de 6.035 y 0.87m respectivamente con 4 refuerzos utilizando perfil solera S3 de 0.4m más 0.2m para el doblado.

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

Tabla 54 Medición de muro este, tramo F1-F2; Fuente: Original del proyecto

Material	Medición
Perfil Solera S3	19.565 m
Perfil Montante M3	71.544 m
Perfil Vigueta V1	2.33 m
Cinta metálica 38x0.84mm	13.8 m
Panel estructural OSB e=15mm	21.61 m ²

- Muro Sur 1:

Muro formado por perfil solera S3 de 3.844m, 8 montantes M3 de 2.85m de longitud y terminado en otro perfil solera S3 de 3.844m. Con un hueco para ventana utilizando cuatro montantes M3 de 2.7m y cinco de 0.297m, además de dos perfiles soleras de 2.29m y dos viguetas V1 de 2.29m. Recubrimiento exterior panel estructural OSB de 3m de altura y 4.052m de longitud menos un hueco de 2.5x2.29m=5.725m². En cara interior fijación con cinta metálica a 1/3 y 2/3 de altura de 38x0.84mm en dos tramos de 6.035 y 0.87m respectivamente con 4 refuerzos utilizando perfil solera S3 de 0.4m más 0.2m para el doblado.

Tabla 55 Medición muro sur 1, tramo F1-F2; Fuente: Original del proyecto

Material	Medición
Perfil Solera S3	9.978 m
Perfil Montante M3	37.485 m
Perfil Vigueta V1	4.58 m
Cinta metálica 38x0.84mm	3.38 m
Panel estructural OSB e=15mm	6.431 m ²

- Muro Sur 2:

Muro formado por perfil solera S3 de 3.844m, 8 montantes M3 de 2.85m de longitud y terminado en otro perfil solera S3 de 3.844m. Con un hueco para ventana utilizando cuatro montantes M3 de 2.7m y cinco de 0.297m, además de dos perfiles soleras de 2.29m y dos viguetas V1 de 2.29m. Recubrimiento exterior panel estructural OSB de 3m de altura y 3.948m de longitud menos un hueco de 2.5x2.29m=5.725m². En cara interior fijación con cinta metálica a 1/3 y 2/3 de altura de 38x0.84mm en dos tramos de 6.035 y 0.87m respectivamente con 4 refuerzos utilizando perfil solera S3 de 0.4m más 0.2m para el doblado.

Tabla 56 Medición muro sur 2, tramo F1-F2; Fuente: Original del proyecto

Material	Medición
Perfil Solera S3	9.978 m
Perfil Montante M3	37.485 m
Perfil Vigueta V1	4.58 m
Cinta metálica 38x0.84mm	3.38 m
Panel estructural OSB e=15mm	6.119 m ²

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

- Muro Norte 1:

Muro formado por perfil solera S3 de 3.844m, 8 montantes M3 de 2.85m de longitud y terminado en otro perfil solera S3 de 3.844m. Con un hueco para ventana utilizando cuatro montantes M3 de 2.7, cinco de 1.23m y cinco de 1.008m, además de tres perfiles soleras de 2.29m y dos viguetas V1 de 2.29m. Recubrimiento exterior panel estructural OSB de 3m de altura y 3.948m de longitud menos un hueco de $0.588 \times 2.29 = 1.35 \text{m}^2$. En cara interior fijación con cinta metálica a 1/3 y 2/3 de altura de 38x0.84mm en dos tramos de 6.035 y 0.87m respectivamente con 4 refuerzos utilizando perfil solera S3 de 0.4m más 0.2m para el doblado.

Tabla 57 Medición muro norte 1, tramo F1-F2; Fuente: Original del proyecto

Material	Medición
Perfil Solera S3	14.766 m
Perfil Montante M3	44.79 m
Perfil Vigueta V1	4.58 m
Cinta metálica 38x0.84mm	3.38 m
Panel estructural OSB e=15mm	10.494 m ²

- Muro Norte 2:

Muro formado por perfil solera S3 de 3.844m, 10 montantes M3 de 2.85m de longitud y terminado en otro perfil solera S3 de 3.844m. Con un hueco para ventana utilizando dos montantes M3 de 2.7, uno de 0.53m y uno de 0.297m, además de tres perfiles soleras de 0.765m y dos viguetas V1 de 0.765m. Recubrimiento exterior panel estructural OSB de 3m de altura y 3.948m de longitud menos un hueco de $1.985 \times 0.765 = 1.52 \text{m}^2$. En cara interior fijación con cinta metálica a 1/3 y 2/3 de altura de 38x0.84mm en dos tramos de 1.45 y 1.67m respectivamente con 4 refuerzos utilizando perfil solera S3 de 0.4m más 0.2m para el doblado.

Tabla 58 Medición muro norte 2, tramo F1-F2; Fuente: Original del proyecto

Material	Medición
Perfil Solera S3	9.983 m
Perfil Montante M3	34.727 m
Perfil Vigueta V1	1.53 m
Cinta metálica 38x0.84mm	3.12 m
Panel estructural OSB e=15mm	10.324 m ²

- **Total:**

Tabla 59 Medición total de muro, tramo F1-F2; Fuente: Original del proyecto

Material	Medición
Perfil Solera S3	105.4 m
Perfil Montante M3	399.421 m
Perfil Vigueta V1	23.06 m

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

Cinta metálica 38x0.84mm	48.4 m
Panel estructural OSB e=15mm	88.588 m ²
Panel cartón-yeso e=15mm	34.2 m ²

- **Forjado bajo cubierta:**

Forjado ligero compuesto de 2 paños de 22 viguetas V1 de 4.075m de longitud, además de perfil perimetral de borde del que se usan 4 tramos, dos de 8m y dos de 2m. En los extremos de las viguetas se sitúan perfiles M3 de longitud igual a la altura de las viguetas como rigidizadores del alma, 44x2x0.15=13.2m. Recubrimiento de panel estructural OSB en cara inferior menos los tramos cubiertos por solera 64m² – (43.376m*0.104m) = 59.5m². El mismo recubrimiento se aplicará a la cara superior siendo en este caso en su totalidad de 64m²

Tabla 60 Medición de forjado bajo cubierta; Fuente: Original del proyecto

Material	Medición
Perfil vigueta V1	179.3m
Perfil de borde U1	20m
Perfil montante M3	13.2m
Panel estructural OSB e=15mm	123.5m ²

En resumen la medición total de la obra sería la siguiente:

Tabla 61 Resumen de mediciones de obra, Fuente: original del proyecto

Muros resistentes	
Perfil Solera S3	206.932 m
Perfil Montante M3	512.571 m
Perfil Vigueta V1	32.24 m
Cinta metálica 38x0.84mm	75.468 m
Panel estructural OSB e=15mm	135.879 m ²
Panel cartón-yeso e=15mm	34.2 m ²
Forjados	
Perfil vigueta V1	358.6 m
Perfil de borde U1	40 m
Perfil montante M3	26.4 m
Panel estructural OSB e=15mm	243.29 m ²
TOTAL	
Perfil Solera S3	206.932 m
Perfil Montante M3	538.971 m
Perfil Vigueta V1	390.84 m
Perfil de borde U1	40 m
Cinta metálica 38x0.84mm	75.468 m
Panel estructural OSB e=15mm	379.169 m ²
Panel cartón-yeso e=15mm	34.2 m ²

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

Para poder convertir estos datos de medición al presupuesto debemos tener cuenta ciertos datos como son:

- Área perfil solera S3 = 1.61 cm² (fuente: prontuario Alacero)
- Área perfil montante M3 = 1.87 cm² (fuente: prontuario Alacero)
- Área perfil vigueta V1 = 3.03 cm² (fuente: prontuario Alacero)
- Área perfil de borde U1 = 2.76 cm² (fuente: prontuario Alacero)
- Densidad acero 304AISI = 7.93g/cm³ (fuente: normativa AISI)
- Precio acero 304AISI = 3.96 €/Kg (fuente: Bando de datos Itec Ref:G4R11054)
- Precio tablero OSB e=1.5mm = 6.20€/m² (fuente: Finsa)
- Precio placophonique e=15mm= 5.97€/m² (fuente: Placo)

Al presupuesto obtenido se le añadirá, teniendo en cuenta que esto son valores aproximados ya que no disponemos de precedente para estimar estos costes con mayor exactitud, un 2% de medios auxiliares, este porcentaje es el más bajo ya que esta estructura no necesita de maquinaria pesada y puede ser solucionada con pequeñas herramientas y tornillería, y un 3% de costes indirectos e imprevistos. A la mano de obra se le asignara un 6% ya que en presupuestos anteriores hemos comprobado que la mano de obra repercute en alrededor del 10% y en este caso la especialización, y por lo tanto los costes necesarios, son mucho menores se estima que un 6% es un estimación correcta de la repercusión de mano de obra.

Tabla 62 Presupuesto estructura Steel-Frame; Fuente: original del proyecto

Material	Medición	Peso	Precio Unitario	TOTAL
Perfil Solera S3	33316.052 cm ³	164.097Kg	3.96 €/Kg	649.82€
Perfil Montante M3	100787.577 cm ³	799.245Kg	3.96 €/Kg	3165.01€
Perfil Vigueta V1	118424.52 cm ³	939.102Kg	3.96 €/Kg	3718.84€
Perfil de borde U1	11040 cm ³	87.547Kg	3.96 €/Kg	346.69€
Cinta metálica	2.408 cm ³	19.095Kg	3.96 €/Kg	75.62€
Panel estructural OSB e=15mm	379.169 m ²		6.20€/m ²	2350.85€
Panel cartón-yeso e=15mm	34.2 m ²		5.97€/m ²	204.17€
TOTAL DE LA ESTRUCTURA				10511€
TOTAL DE LA ESTRUCTURA (+costes porcentuales)				11667.21€

En cuanto a la cimentación se tomará como base las cimentaciones presupuestadas para la estructura de acero. En este caso se trata de una zapata continua de 0.7m de ancho y 0.3m de profundidad. La longitud total de zapata a instalas es de 40.78m. Esto significa que el volumen de la cimentación equivale a 8.56m³. Sabiendo, por el presupuesto realizado anteriormente y en el que hemos dicho que nos basaremos que el precio por m³ es de 140.28€ esto representa un coste total de **1200.8€**

10 - SEGURIDAD

En este apartado se enumeraran los riesgos y sus correspondientes medidas preventivas derivados de los trabajos de construcción de la estructura. También se tendrá en cuenta la formación en materia de seguridad necesaria para realizar estos trabajos.

10.1 - ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

El personal encargado de la seguridad en obra será la figura del coordinador de seguridad y salud, teniendo este que haber cursado un curso de 200h sobre seguridad para calificar para el puesto, esta persona será la encargada del cumplimiento del plan de seguridad y salud.

El resto de trabajadores deberá tener el curso básico de 8h mas cursos de 20h para trabajos tales como el encofrado y el ferrallado, en caso de cursar el de 20h para mas de un oficio a partir del primero solo serán necesarias 6h ya que de las 20h de las que se compone el curso 14 son comunes y 6 son especializadas.

10.1.1 - RIESGOS

Los principales riesgos durante la ejecución de una estructura de hormigón armado son las siguientes:

- Caída al mismo nivel
- Caída de personas desde altura
- Caída de personas desde plataformas de hormigonado
- Tráfico rodado de maquinaria en la obra
- Caída de objetos y materiales
- Cortes en las manos durante el montaje y manipulación de la ferralla
- Proyecciones en los ojos
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Dermatitis por contacto con el hormigón

10.1.2 - MEDIDAS PREVENTIVAS

- Caída al mismo nivel

Se trata de un riesgo común a todas las construcciones siendo su principal y mejor forma de prevención la limpieza en obra así como prestar atención por parte de los operarios.



Ilustración 57 Advertencia de riesgo de caída al mismo nivel; Fuente: www.ahb.es

- Caída de personas desde alturas.

Siempre que se deban realizar trabajos en altura se deberán tomar las medidas adecuadas dando preferencia a las medidas de protección colectiva como es la colocación de barandillas resistentes a 90cm de altura y un rodapié de 15cm de altura además de un listón intermedio, en caso de no ser posible la implementación de estas medidas los trabajadores deberán de llevar un arnés anclado a un punto fijo seguro.



Ilustración 58 Barandilla de protección; Fuente: www.jeypesa.com

- Caída de personas desde plataformas de hormigonado

Estas plataformas son las utilizadas para el encofrado, hormigonado y desencofrado de los pilares. Para evitar caídas deben tener una superficie y estabilidad adecuada al número de trabajadores que vayan a trabajar en ellas. En sus lados abiertos deben tener una barandilla resístete a 90cm de altura y un rodapié de 15cm de altura además de un listón intermedio. Todo el conjunto debe estar construido con materiales rígidos y resistentes de forma que puedan soportar al menos 150Kg/m



Ilustración 59 – Trabajo desde plataforma de hormigonado; Fuente: Construmatica

- Tráfico rodado de maquinaria en la obra

Para evitar cualquier riesgo derivado del tráfico de maquinaria tal como camión pluma en el recinto de obra será necesario tener un recorrido señalizado y apoyo de los operarios cuando los movimientos de estas maquinarias lo requieran

- Caída de objetos y materiales

Este riesgo se puede evitar hasta cierto punto con la colocación de rodapiés o en su caso malla. En caso de que esto no fuera suficiente el operario estará protegido debido al uso obligatorio del casco.



Ilustración 60 Casco de seguridad; Fuente: Senyals.com

- Cortes en las manos durante el montaje y manipulación de la ferralla

El operario encargado de este proceso deberá llevar en todo momento guantes adecuados para el trabajo.



Ilustración 61 Guantes de seguridad; Fuente: comprentuciudad.com

- Proyecciones en los ojos

Existen diferentes tareas que pueden producir este riesgo tales como el corte de ferralla o durante el propio hormigonado por lo que el operario debe llevar gafas de protección siempre que realice estos procesos



Ilustración 62 Gafas de seguridad; Fuente: lacasadelaconstrucción.com

- Pisadas sobre objetos punzantes

Este riesgo puede disminuirse con una adecuada limpieza de la zona de trabajo pero es inevitable en procesos como el colocado del armado por lo que los operarios deben llevar calzado de seguridad siempre que accedan al recinto de la obra



Ilustración 63 Botas de seguridad; Fuente: blog.botascat.com

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

- Dermatitis por contacto con el hormigón

El hormigón es un material irritante, debido a las características del cemento, por lo que los operarios que trabajen en contacto directo con este material deberán llevar guantes y ropa adecuada para el trabajo y disponer de una zona para lavarse en caso de que se produzca contacto.



Ilustración 64 Trabajador aplicando hormigón si protección adecuada; Fuente: cdc.gov

10.2 - ESTRUCTURA DE ACERO

El personal encargado de la seguridad en obra será la figura del coordinador de seguridad y salud, teniendo este que haber cursado un curso de 200h sobre seguridad para calificar para el puesto, esta persona será la encargada del cumplimiento del plan de seguridad y salud.

El resto de trabajadores deberá tener el curso básico de 8h mas cursos de 20h para trabajos tales como el soldadura y montaje de estructuras metálicas, en caso de cursar el de 20h para más de un oficio a partir del primero solo serán necesarias 6h ya que de las 20h de las que se compone el curso 14 son comunes y 6 son especializadas.

10.2.1 - RIESGOS

- Caída al mismo nivel
- Caída de personas desde alturas.
- Caídas de objetos por desplomes de piezas.
- Tráfico rodado de maquinaria en la obra
- Golpes o cortes con objetos o herramientas
- Proyección de partículas
- Contactos térmicos
- Incendios y explosiones
- Radiación por soldadura
- Contactos eléctricos

10.2.2 - MEDIDAS PREVENTIVAS

- Caída al mismo nivel

Se trata de un riesgo común a todas las construcciones siendo su principal y mejor forma de prevención la limpieza en obra así como prestar atención por parte de los operarios.

- Caída de personas desde alturas.

Siempre que se deban realizar trabajos en altura se deberán tomar las medidas adecuadas dando preferencia a las medidas de protección colectiva como es la colocación de barandillas resistentes a 90cm de altura y un rodapié de 15cm de altura además de un listón intermedio, en caso de no ser posible la implementación de estas medidas los trabajadores deberán de llevar un arnés anclado a un punto fijo seguro.

- Caídas de objetos por desplomes de piezas.

El principal riesgo y el de mas graves consecuencias que puede ocurrir durante la ejecución de esta estructura es el desplome de piezas mientras estas están siendo colocados en lugar por el camión-grúa, estas piezas tienen un peso considerable y en

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

caso de ocurrir el desplome podrían causar graves lesiones por lo que las medidas a tomar serán asegurar una correcta sujeción en dos puntos, de manera que la pieza se mantenga siempre horizontal lo que dificulta su desplome, durante el transporte de estos elementos y mantener libre de tránsito de personal la zona de barrido del brazo de la grúa durante estas operaciones a todo personal que no participe directamente en estas.



Ilustración 65 Correcto transporte de viga metálica mediante grúa; Fuente: parqueciencias.com

- Tráfico rodado de maquinaria en la obra

Para evitar cualquier riesgo derivado del tráfico de maquinaria tal como camión pluma en el recinto de obra será necesario tener un recorrido señalizado y apoyo de los operarios cuando los movimientos de estas maquinarias lo requieran

- Golpes o cortes con objetos o herramientas

La mejor protección en lo referente a este riesgo es la correcta utilización por parte de los operarios de los equipos de protección individual como son: calzado con refuerzo metálico, guantes adecuados para el trabajo que se va a realizar y ropa adecuada de trabajo. En este caso también contribuye a evitar los cortes sobretodo es el tratamiento previo de los elementos metálicos antes de su llegada a obra, en concreto, la eliminación en talleres de rebabas y bordes serrados que puedan causar lesiones durante la manipulación de estas piezas.

- Proyección de partículas

El mayor riesgo de las partículas proyectadas son las lesiones oculares por lo que la mejor prevención contra ellas es el uso de gafas de protección

- Contactos térmicos

Este riesgo se presenta durante los procesos de soldadura que se llevaran a cabo en obra, para prevenir esto son tan importante las protecciones como la educación, con esto nos referimos a que el personal responsable de las soldaduras deberá ser un operario cualificado que además debe llevar los equipos de protección adecuados como ropa ignífuga, colete y máscara de soldador.

- Incendios y explosiones

Al igual que el anterior, este riesgo es inherente al proceso de soldadura debido a las altas temperaturas que genera este proceso, además de los materiales combustibles que necesita. La mejor forma de prevenir esto es mantener un radio alrededor de los puntos de uniones soldadas limpios de material combustible y que el operario que realice este proceso este adecuadamente certificado.



Ilustración 66 Equipo de seguridad para soldador; Fuente: sites.amarillasinternet.com

- Radiación por soldadura

Con esto se hace referencia a la radiación lumínica emitida durante el proceso de soldadura lo que obliga a que el operario encargado de la soldadura debe llevar una máscara especial para este proceso que protege tanto de la radiación como de la proyección de partículas que se ha mencionado anteriormente.

- Contactos eléctricos

Tratándose de una estructura metálica cualquier contacto eléctrico puede ser fácilmente conducido por ella por lo que nos expone a contactos indirectos además de a los contactos directos que también pueden producirse en otras obras, esto puede evitarse con una correcta instalación temporal con sus debidas protecciones y una revisión periódica del cableado.

10.3 - ESTRUCTURA STEEL-FRAME

El personal encargado de la seguridad en obra será la figura del coordinador de seguridad y salud, teniendo este que haber cursado un curso de 200h sobre seguridad para calificar para el puesto, esta persona será la encargada del cumplimiento del plan de seguridad y salud.

El resto de trabajadores deberá tener el curso básico de 8h mas cursos de 20h para trabajos tales como montaje de estructuras metálicas, en caso de cursar el de 20h para más de un oficio a partir del primero solo serán necesarias 6h ya que de las 20h de las que se compone el curso 14 son comunes y 6 son especializadas.

10.3.1 - RIESGOS

- Caída al mismo nivel
- Caída de personas desde alturas.
- Caídas de objetos por desplomes de piezas.
- Tráfico rodado de maquinaria en la obra
- Golpes o cortes con objetos o herramientas
- Proyección de partículas
- Contactos eléctricos

10.3.2 - MEDIDAS PREVENTIVAS

- Caída al mismo nivel

Se trata de un riesgo común a todas las construcciones siendo su principal y mejor forma de prevención la limpieza en obra así como prestar atención por parte de los operarios.

- Caída de personas desde alturas.

Siempre que se deban realizar trabajos en altura se deberán tomar las medidas adecuadas dando preferencia a las medidas de protección colectiva como es la colocación de barandillas resistentes a 90cm de altura y un rodapié de 15cm de altura además de un listón intermedio, en caso de no ser posible la implementación de estas medidas los trabajadores deberán de llevar un arnés anclado a un punto fijo seguro.

- Caídas de objetos por desplomes de piezas.

Aunque este riesgo no constituye un peligro tan elevado como en la estructura de acero ya que las piezas que conforman esta estructura tienen un peso bastante reducido, pero por otra parte son perfiles con ángulos cortantes lo que consiste un riesgo en sí mismo y se deberá tener cuidado al sujetar estas piezas en altura.

- Tráfico rodado de maquinaria en la obra

Para evitar cualquier riesgo derivado del tráfico de maquinaria tal como camión pluma en el recinto de obra será necesario tener un recorrido señalizado y apoyo de los operarios cuando los movimientos de estas maquinarias lo requieran

- Golpes o cortes con objetos o herramientas

La mejor protección en lo referente a este riesgo es la correcta utilización por parte de los operarios de los equipos de protección individual como son: calzado con refuerzo metálico, guantes adecuados para el trabajo que se va a realizar y ropa adecuada de trabajo. Se debe tener especial precaución al manipular los perfiles que conforman la estructura ya que como ya se ha dicho tienen bordes cortantes.

- Proyección de partículas

El mayor riesgo de las partículas proyectadas son las lesiones oculares por lo que la mejor prevención contra ellas es el uso de gafas de protección

- Contactos eléctricos

Tratándose de una estructura metálica cualquier contacto eléctrico puede ser fácilmente conducido por ella por lo que nos expone a contactos indirectos además de a los contactos directos que también pueden producirse en otras obras, esto puede evitarse con una correcta instalación temporal con sus debidas protecciones y una revisión periódica del cableado.

11 - CONTROL DE CALIDAD

En este apartado se enumeran los controles de calidad necesarios a realizar durante la ejecución de la obra para garantizar su exactitud con lo especificado en proyecto y la calidad del producto terminado, estos controles estarán divididos en 3 apartados: control documental, haciendo referencia estos a aquellos en los que únicamente se necesite comprobar la documentación que se proporciona, comprobaciones en obra, estos controles serán los realizados durante la ejecución de la estructura sin ser necesario el uso de equipos especializados o incluso de contratación de personal especializado y por ultimo controles con ensayos siendo el caso en el que se debe realizar un proceso específico para el control de calidad, utilizando equipos especializados o contratando a un laboratorio externo para realizar las pruebas correspondientes.

11.1 - ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Control documental:

- Conformidad del suministro con lo especificado en proyecto
- Copia Certificado marcado CE de cada uno de los componentes: áridos, cemento, aditivos, acero.
- Copia del distintivo de calidad de aquellos materiales que lo dispongan
- Resultado de los ensayos encargados a un laboratorio externo para los lotes de probetas designados

Comprobaciones en obra:

- Comprobar que las esperas de pilar queden dentro del mismo en la etapa de replanteo



Ilustración 67 Error en la colocación de las esperas de pilar; Fuente: teoríadelaconstrucción.net

- Comprobar el número y diámetro de las barras de armadura a colocar
- Comprobar la colocación de separadores
- Comprobar el correcto atado de los cercos
- En el caso de los pilares entre el primer forjado y forjado bajo cubierta comprobar que el hormigón se vierta con manguera acoplada al cubilote para que la altura de vertido no supere los 2m
- Una vez desencofrados inspeccionar la superficie en busca de coqueas

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

- Comprobar que no existan daños en las bovedillas
- Comprobar que no exista separación entre bovedillas y que las bovedillas de terminación tienen los huecos cubiertos.
- Comprobar número y diámetro de las armaduras a colocar
- Comprobar que el vertido del hormigón en forjado no sea hecho desde una altura superior a 1m aproximadamente y que se ha vibrado en toda su superficie
- Correcto aplomado de pilares
- Comprobar que el solape de la armadura de pilar con las esperas sea igual o superior a 40 x diámetro de barra
- Comprobación del nivel y eje de viguetas durante el encofrado
- Comprobar la planeidad de acabado del hormigón vertido

Las comprobaciones se deberán realizar, según lo especificado en la EHE-08 en al menos 3 paños de forjados y 3 tramos de pilares. Siendo la obra de tamaño reducido no sería necesario aumentar este nivel de comprobación ya que este mínimo supera el requisito de comprobación porcentual

Comprobación con ensayos:

- Se comprobarán dos lotes del hormigonado de pilares, el lote estará compuesto por cinco probetas de las cuales 2 serán probadas a los 7 días y las 3 restantes a los 28 días
- Se comprobarán dos lotes del hormigonado de forjado, el lote estará compuesto por cinco probetas de las cuales 2 serán probadas a los 7 días y las 3 restantes a los 28 días
- Cuando se fabriquen probetas para el control de resistencia, las especificadas arriba, también se realizará un ensayo del cono de Abrahams para determinar la consistencia del hormigón fresco.



Ilustración 68 Realización del ensayo del cono de Abrahams para comprobar la fluidez del hormigón;
Fuente: argosdc.com

11.2 - ESTRUCTURA DE ACERO

Al ser la mayoría de los elementos prefabricado en taller en este caso, será el taller el encargado de la mayoría de los ensayos, encargándose en obra del control documental para confirmar que estos ensayos han sido realizados correctamente.

Control documental:

- Conformidad del suministro con lo especificado en proyecto
- Copia Certificado marcado CE de cada uno de los componentes: áridos, cemento, aditivos, acero.
- Resultado de los ensayos encargados a un laboratorio externo para los lotes de probetas designados
- Copia del distintivo de calidad de aquellos materiales que lo dispongan
- Resultado de los ensayos realizados en los cordones de soldadura
- Certificado profesional homologado del personal encargado de las soldaduras

Comprobaciones en obra:

- Homogeneidad en la pintura
- Comprobar el marcado de las piezas y su correspondencia con lo identificado en el proyecto



Ilustración 69 Marcado de perfil IPE200 en taller para su fácil identificación posterior; Fuente: marcado-grabado.es

- Correcto aplomado de pilares
- Comprobación nivel y eje de vigas de acero
- Comprobación del nivel y eje de viguetas durante el encofrado
- Comprobar la planeidad de acabado del hormigón vertido

Comprobación con ensayos:

- Ensayos en los cordones de soldadura por líquidos penetrantes, partículas magnéticas y ultrasonidos, se ensayará un 10% de los cordones a compresión (pilar-pilar) y en los cordones a tracción, dependiendo del aprovechamiento

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

se ensayara el 100% de los cordones con un aprovechamiento superior al 80%, 50% de los cordones con un aprovechamiento entere 30% y 80% y el 10% de los cordones con un aprovechamiento inferior al 30%



Ilustración 70 Comprobación mediante ultrasonidos de soldadura; Fuente: metalactual.com

- Se comprobarán dos lotes del hormigonado de forjado, el lote estará compuesto por cinco probetas de las cuales 2 serán probadas a los 7 días y las 3 restantes a los 28 días
- Cuando se fabriquen probetas para el control de resistencia, las especificadas arriba, también se realizará un ensayo del cono de Abrahams para determinar la consistencia del hormigón fresco.

11.3 - ESTRUCTURA DE STEEL-FRAME

Al ser la mayoría de los elementos prefabricado en taller en este caso, será el taller el encargado de la mayoría de los ensayos, encargándose en obra del control documental para confirmar que estos ensayos han sido realizados correctamente.

Control documental:

- Conformidad del suministro con lo especificado en proyecto
- Copia Certificado marcado CE del acero
- Copia del distintivo de calidad de aquellos materiales que lo dispongan

Comprobaciones en obra:

- Comprobar el marcado de las piezas y su correspondencia con lo identificado en el proyecto
- Comprobar que no existen desperfectos en las piezas tales como abolladuras o doblados
- Comprobar que en las juntas de revestimiento que actúe a su vez como riostra para el muro o forjado los anclajes se han colocado alternando su posición para evitar que las perforaciones de los tornillos debiliten el ala.
- Colocación de refuerzos en las cintas de los muros
- Colocación de rigidizadores de alma en las viguetas
- Comprobación que los paneles de revestimiento no se descantan por tener la fijación demasiado cercana al borde
- Correcto aplomado de muros portantes
- Comprobación nivel y eje de viguetas
- Comprobación que los solapes estén realizados de acuerdo al proyecto

12 - ASPECTO MEDIOAMBIENTAL

En este apartado se compararán las estructuras en función del gasto energético y emisión de CO₂ que conlleva fabricar los materiales necesarios para ejecutarla y la gestión de residuos una vez la vivienda haya agotado su vida útil.

Par obtener estos datos se utilizará una tabla sobre impactos medioambientales de materiales genéricos publicados en Informes de la Construcción, Vol. 60, 509, 25-34, enero-marzo 2008. ISSN: 0020-0883. eISSN: 1988-3234

Tabla 63 Resumen de los impactos medioambientales por material; Fuente: Informe de la construcción Vol.60, 506,25-34

Coste energético por kg de materia			Emisión de CO ₂ por kg de materia	
Material	MJ	KWh	Material	kg
Resinas	110.000	30.560	Resinas	16.280
Asfaltos	55.280	15.360	Asfaltos	8.140
Acero	35.000	9.720	Pintura	3.640
Pintura	24.700	6.860	Acero	2.800
Diesel	10.100	2.805	Cemento	0.410
Cemento	4.360	1.211	Cal	0.320
Cal	3.430	0.953	Cerámica	0.180
Cerámica	2.321	0.645	Madera	0.060
Madera	2.100	0.583	Áridos	0.007
Áridos	0.100	0.028	Diesel	0.003
Agua	0.050	0.014	Agua	0.000
Fibras naturales	Neutro	Neutro	Fibras naturales	Neutro

Todos los materiales utilizados en la estructura se corresponden al mismo grupo en cuanto a gestión de residuos y por lo tanto la única diferencia que podríamos encontrar sería volumen de escombros generados, por lo que el enfoque de la gestión de residuos será más dedicado a la facilidad con la que se puede reutilizar o reciclar el material al final de su vida útil como componente de la estructura.

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

12.1 - ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

12.1.1 - FABRICACIÓN DE MATERIALES

En este tipo de estructura intervienen dos grupos principales de materiales, siendo estos el acero y el hormigón, sus datos de fabricación se representan en las tablas a continuación:

Tabla 64 Impacto medioambiental de la fabricación de aceros para estructura de hormigón armado;
Fuente: original del proyecto

ACEROS						
Material	Medición	Peso	MJ/Kg	MJ	Co2/KG	CO2 (Kg)
Acero en barras corrugadas	1290,223Kg	1290,223Kg	35,00	45157,805 MJ	2,80	3612,62 Kg
Malla electro soldada	140.98m2	197.372Kg	35,00	6908,02 MJ	2,80	552,64 Kg
TOTAL				52065,825MJ		4165,26Kg

Tabla 65 Impacto medioambiental de los componentes del hormigón para estructura de hormigón armado; Fuente original del proyecto

HA-25/B/20/IIA						
Material	Medición	Peso	MJ/Kg	MJ	Co2/KG	CO2 (Kg)
Hormigón HA25 (cemento)	19,301m3	5307,775Kg	4,36	23141,9 MJ	0,41	2176,19 Kg
Hormigón HA25 (árido)	19,301m3	35899,86Kg	0,1	3589,99 MJ	0,007	251,3 Kg
Hormigón HA25 (agua)	19,301m3	3184,665Kg	0,05	159,23 MJ	0	0 Kg
TOTAL				26891,12MJ		2427,49Kg

Tabla 66 Impacto medioambiental de los compones del hormigón de limpieza para estructura de hormigón armado; Fuente: original del proyecto

HL-150/B/20						
Material	Medición	Peso	MJ/Kg	MJ	Co2/KG	CO2 (Kg)
Hormigón HL-150 (cemento)	0.991m3	148,65Kg	4,36	648,114 MJ	0,41	60,95 Kg
Hormigón HL-150 (árido)	0.991m3	1942,36Kg	0,1	194,24 MJ	0,007	13,6 Kg
Hormigón HL-150 (agua)	0.991m3	89,19Kg	0,05	4,46 MJ	0	0 Kg
TOTAL				846,814MJ		64,55Kg

Como se puede apreciar aunque no se trate del material más abundante en la obra el que mayor contaminación provoca es el acero, aunque hay que tener en cuenta que también se trata del material con el mayor índice de reciclaje.

Teniendo en cuenta todos los materiales los datos finales de la obra serán un consumo de energía de **79803,76 MJ** y una emisión de CO2 de **6657,3 Kg**. Estos datos pueden variar dependiendo del porcentaje de material utilizado que proceda del reciclaje.

11.1.2 - RECICLADO AL FINAL DE VIDA ÚTIL

Si bien es cierto que hoy en día ya se comienza a utilizar los restos de hormigón producidos en las demoliciones para producir hormigón reciclado, o para ser más precisos hormigón con árido reciclado, se trata aun de un proceso costoso y poco eficiente.

En primer lugar se deben separar bien los restos de la demolición para que el hormigón no vaya mezclado con piezas cerámicas como podrían ser restos de fábrica de ladrillo o de un solado existente ya que esto afectaría a las características del hormigón con árido reciclado. También se debe separar las barras del armado, aunque esto no suele ser manualmente sino por un proceso de imantado durante el molido del hormigón que a la vez separará el árido de la pasta de cemento en la medida de lo posible.

En la EHE-08 ya se contemplan estos tipos de hormigón, añadiendo recomendaciones de no superar en un 20% la cantidad de árido de la mezcla que provenga de reciclado, esto es debido a que a mayores porcentajes la menor densidad de este tipo de árido puede afectar negativamente a la calidad del hormigón, disminuyendo su resistencia, aumentando la absorción de agua y creando un hormigón mas poroso que puede perjudicar la protección de las armaduras.

Por lo tanto podemos concluir que el reciclado de hormigón proveniente de demoliciones para su uso como árido reciclado aun se puede considerar un proceso caro y poco eficiente. Dicho esto hay que tener en cuenta que es difícil hacer una predicción en este apartado ya que este proceso no tendría lugar hasta no haber agotado la vida útil de la vivienda y por lo tanto es difícil saber como de efectivo será el proceso de demolición y separado del árido reciclado cuando se dé el caso.

Otro caso, que si está más extendido y es práctica habitual en ciertos países es utilizar el hormigón reciclado como material para capas granulares de firmes de carreteras. Al utilizar el material reciclado para este fin nos evitamos tener que realizar un filtrado tan exhaustivo y por lo tanto abaratando los costes que se aplicarían al proceso de reciclaje para su reutilización.

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

11.2 - ESTRUCTURA DE ACERO

11.2.1 - FABRICACIÓN DE MATERIALES

En este tipo de estructura intervienen dos grupos principales de materiales, siendo estos el acero y el hormigón, sus datos de fabricación se representan en las tablas a continuación:

Tabla 67 Impacto medioambiental en la fabricación de acero para estructura de acero; Fuente: original del proyecto.

ACEROS						
Material	Medición	Peso	MJ/Kg	MJ	Co2/KG	CO2 (Kg)
Pilares	1698Kg	1698Kg	35,00	59430MJ	2,80	4754.4Kg
Vigas	1289Kg	1289Kg	35,00	45115MJ	2,80	3609.2Kg
Acero en barras	269.2Kg	269.2Kg	35,00	9422MJ	2,80	753.76Kg
Malla electrosoldada	130.3m2	182.42Kg	35,00	6384.7MJ	2,80	510.8Kg
TOTAL				120351.7MJ		9628.16Kg

Tabla 68 Impacto medioambiental de los componentes del hormigón en estructura de acero; Fuente: original del proyecto.

HA-25/B/20/IIA						
Material	Medición	Peso	MJ/Kg	MJ	Co2/KG	CO2 (Kg)
Hormigón HA25 (cemento)	11.927m3	3279.925Kg	4,36	14300.5MJ	0,41	1344.77Kg
Hormigón HA25 (árido)	11.927m3	22780.57Kg	0,1	2278.06MJ	0,007	159.46Kg
Hormigón HA25 (agua)	11.927m3	1968.43Kg	0,05	98.42MJ	0	0
TOTAL				16676.98MJ		1504.23Kg

Tabla 69 Impacto medioambiental de los componentes del hormigón de limpieza en estructura de acero; Fuente: original del proyecto

HL-150/B/20						
Material	Medición	Peso	MJ/Kg	MJ	Co2/KG	CO2 (Kg)
Hormigón HL-150 (cemento)	0.924m3	138,6Kg	4,36	604,3 MJ	0,41	56,83 Kg
Hormigón HL-150 (árido)	0.924m3	1811,04Kg	0,1	181,1 MJ	0,007	12,68 Kg
Hormigón HL-150 (agua)	0.924m3	83,16Kg	0,05	4,16 MJ	0	0 Kg
TOTAL				789,56MJ		69,51Kg

Teniendo en cuenta todos los materiales los datos finales de la obra serán un consumo de energía de **137818,24 MJ** y una emisión de CO2 de **11201,9 Kg**. Estos datos pueden variar dependiendo del porcentaje de material utilizado que proceda del reciclaje.

11.2.2 - RECICLADO AL FINAL DE VIDA ÚTIL

Una gran ventaja que aporta el acero es que se trata de un material reciclable al 100%, y que no sufre mermas de calidad en el reciclado, lo que supone que podemos seguir reciclando acero que ya había sido previamente reciclado. El proceso de reciclado tampoco afecta a la calidad del producto producido, no habiendo restricciones en cuanto a la cantidad de elemento reciclado que está presente en el producto terminado como ocurre con el reciclaje del hormigón. Lo que si aporta el reciclado del acero es una reducción en las materias de producción siendo estos datos tal y como se publican en el informe de las empresas siderúrgicas españolas de 2013 en el que se plasma que por cada tonelada de acero que recicla, la industria siderúrgica española ahorra alrededor de una tonelada y media de mineral de hierro, un 85% de agua, un 80% de energía y un 95% de carbón.

En España, el acero producido proviene en un 75% de acero reciclado, situándose muy por encima de la media Europea que está en 43% así como de la media mundial que se sitúa en un 29%. Este porcentaje nos sitúa como nº1 en Europa en cuanto a relación acero producido total y la cantidad que procede del reciclaje, pero por otro lado en cuanto a cantidad de acero reciclado, en toneladas, nos situamos como terceros en Europa como se muestra en el grafico a continuación.

Producción de acero en horno eléctrico a partir fundamentalmente de chatarra, UE 2011 (en porcentaje)

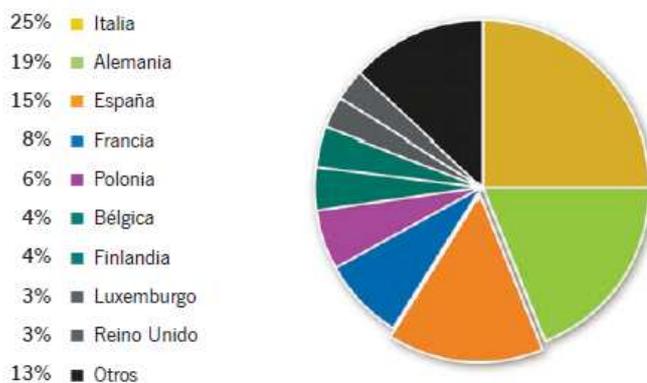


Ilustración 71 Producción de acero en horno eléctrico a partir fundamentalmente de chatarra; Fuente: Informe 2013 sobre el reciclado del acero en la industria siderúrgica española

A su vez el acero que es reciclado proviene en el 90-95% de acerías de horno eléctrica mientras que el resto se produce en instalaciones de siderurgia integral. La popularidad del horno eléctrico proviene de su gran eficiencia y del hecho de que permite utilizar como materia prima principalmente chatarra e incluso usar solo esto como materia prima.

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

Todos estos datos implican una mayor sostenibilidad en la construcción ya que, como se muestra en el grafico a continuación que representa datos de la World Steel Association, más de la mitad del acero producido a nivel mundial se destina a usos directos o derivados de la construcción por lo que el impacto que tenga el proceso de fabricado del acero se reflejará directamente en el impacto generado por el sector de la construcción.

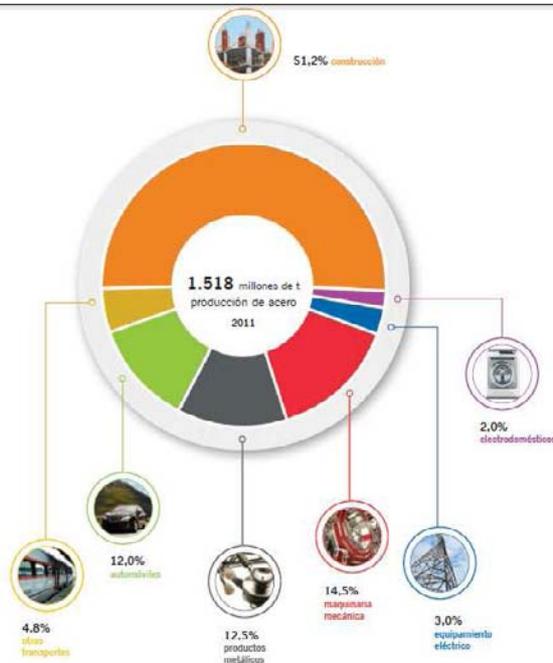


Ilustración 72 Principales usos del acero; Fuente: Informe 2013 sobre el reciclado del acero en la industria siderúrgica española

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

11.3 - ESTRUCTURA DE STEEL-FRAME

11.3.1 - FABRICACIÓN DE MATERIALES

En este tipo de estructura intervienen dos grupos principales de materiales, siendo estos el acero, la madera y el hormigón, sus datos de fabricación se representan en las tablas a continuación:

Tabla 70 Impacto medioambiental en la fabricación de las piezas utilizadas en la construcción del Steel-Frame; Fuente: original del proyecto

ACEROS						
Material	Medición	Peso	MJ/Kg	MJ	Co2/KG	CO2 (Kg)
Perfil Solera S3	33316.052 cm3	164.097Kg	35,00	5743.4MJ	2,80	459.47Kg
Perfil Montante M3	100787.577 cm3	799.245Kg	35,00	27973.58MJ	2,80	2237.89Kg
Perfil Vigueta V1	118424.52 cm3	939.102Kg	35,00	32868.57MJ	2,80	2629.49Kg
Perfil de borde U1	11040 cm3	87.547Kg	35,00	3064.15MJ	2,80	245.13Kg
Cinta metálica	2.408 cm3	19.095Kg	35,00	668.33MJ	2,80	53.47Kg
Acero en barras	228Kg	228Kg	35,00	7980MJ	2,80	638,4Kg
TOTAL				78298,01MJ		6263,84Kg

Tabla 71 Impacto medioambiental en la fabricación de tableros OSB para estructuras de Steel-Frame; Fuente: original del proyecto.

MADERA						
Material	Medición	Peso	MJ/Kg	MJ	Co2/KG	CO2 (Kg)
Tablero OSB	5.688m3	4282.2Kg	2,10	8992.62MJ	0,060	256.93Kg
TOTAL				8992.62MJ		256.93Kg

Tabla 72 Impacto medioambiental en la fabricación de hormigón para estructura de Steel-Frame; Fuente: original del proyecto

HA-25/B/20/IIA						
Material	Medición	Peso	MJ/Kg	MJ	Co2/KG	CO2 (Kg)
Hormigón HA25 (cemento)	5,7m3	1567,5Kg	4,36	6834,3MJ	0,41	642,675Kg
Hormigón HA25 (árido)	5,7m3	11172Kg	0,1	1117,2MJ	0,007	78,204Kg
Hormigón HA25 (agua)	5,7m3	940,5Kg	0,05	47,025MJ	0	0
TOTAL				7998,525MJ		720,88Kg

Tabla 73 Impacto medioambiental en la fabricación de hormigón de limpieza para estructura de Steel-Frame; Fuente: original del proyecto

HL-150/B/20						
Material	Medición	Peso	MJ/Kg	MJ	Co2/KG	CO2 (Kg)
Hormigón HL-150 (cemento)	2,85m3	427,5Kg	4,36	1863,9MJ	0,41	175,275
Hormigón HL-150 (árido)	2,85m3	5586Kg	0,1	558,6MJ	0,007	39,1
Hormigón HL-150 (agua)	2,85m3	256,5Kg	0,05	12,825MJ	0	0
TOTAL				2435,325MJ		214,375Kg

Teniendo en cuenta todos los materiales los datos finales de la obra serán un consumo de energía de **97724,48 MJ** y una emisión de CO2 de **7456,025 Kg**. Estos datos pueden variar dependiendo del porcentaje de material utilizado que proceda del reciclaje.

11.3.2 - RECICLADO AL FINAL DE VIDA ÚTIL

Para este apartado haremos referencia al mismo apartado dentro de la estructura de acero ya que ambos materiales tienen el mismo proceso de reciclado y la misma posibilidad de aprovechamiento

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

12 - CONCLUSIONES

Para terminar tenemos a continuación una tabla resumen con todo lo analizado en el estudio, y las conclusiones con la elección de la tipología estructura que, a mi parecer, aporta mayores beneficios a esta construcción.

Tabla 74 Análisis comparativo de los datos obtenidos durante el proyecto; Fuente: original del proyecto.

ANALISIS COMPARATIVO			
	Hormigón Armado	Acero	Steel-Frame
Peso Pilares	465Kg Acero en barra 2,86m3 Hormigón X2300Kg/m3=6578Kg	1289Kg	Metálicos=924.259Kg Otros=1467.5Kg Total=2391.759Kg
Peso Vigas	548,9Kg Acero en barra 6,568m3 Hormigón x2300Kg/m3=15106,4Kg	1698Kg	Metálicos=900.71Kg Otros=2627.53Kg Total=3528.24Kg
Peso Forjado	167,9Kg Acero en barra 6,604m3 Hormigón X2300Kg/m3=15189.2Kg	118,45Kg acero en barra 8,0546m3 Hormigón X2300Kg/m3 = 18525,58Kg	
Peso Total	38055,1Kg	21631,03Kg	5920Kg
Rapidez ejecución	Lenta	Normal	Rápida
Especialización necesaria	Especialización media	Especialización baja (Alta solo para soldadura)	No necesaria
Posible modulación	SI (elementos de hormigón prefabricado)	SI	SI
Costes	10233.42€	13528.07€	12868.01€
Medios auxiliares necesarios	Maquinaria pesada Herramienta de mano	Maquinaria pesada Material de soldadura Herramienta de mano	Herramienta de mano
Riesgos en ejecución	Medio	Alto	Medio
Controles de calidad necesarios	Control documental Comprobaciones Control con ensayos	Control documental Comprobaciones Control con ensayos	Control documental Comprobaciones
Mantenimiento	Bajo	Medio	Bajo
Coste energético fabricación	79803,76MJ	137818,24MJ	97724,48MJ
Emisiones CO2 fabricación	6657,3Kg	11201,9Kg	7456,025Kg
Reciclaje una vez finalizado el uso	Posibilidad de aprovechamiento medio después de tratamiento	Alto aprovechamiento	Alto aprovechamiento

Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE

Teniendo en cuenta todo esto, la opción más favorable para este tipo de construcción es la estructura de Steel-Frame, se trata de la construcción más rápida, no necesita especialización por parte de los operarios, es la estructura más ligera siendo también la más barata, aunque los costes están por encima de la estructura de hormigón debemos tener en cuenta que estos costes incluirían parte del cerramiento ya que la propia estructura actúa como tal lo que repercute en una reducción de los costes posteriores. Es también la única que no necesita ensayos para corroborar la calidad de la construcción, evitándonos así la contratación de personal externo para la realización de estos, y en la que menor riesgo existe durante la construcción.

En cuanto al impacto medioambiental de los materiales utilizados para su construcción, si bien es la estructura que tiene los menores costes energéticos y emisión de CO₂, cuando analizamos la posibilidad de reciclaje de los materiales utilizados llegamos a la conclusión que teniendo ambos aspectos en cuenta sería la estructura de Steel-Frame la de menor impacto medioambiental.

Este mismo sistema no sería tan viable en obras de mayor dimensión donde los otros tipos estructurales podrían demostrar mejor las ventajas que aportan a la construcción pero teniendo en cuenta el caso que nos ocupa la opción que aporta mayores ventajas es la estructura de Steel-Frame.

Hay que tener en cuenta que esta es mi opinión personal y siempre dependería de las prioridades y del aspecto de la construcción que se considere de mayor relevancia en cada caso, ya que esta podría estar afectada por las experiencias tenidas con las diferencias tipológicas.

Todo esto depende en gran medida de la disponibilidad de los perfiles necesarios para la ejecución de la obra.

En caso de no poder acceder a la perfilaría necesaria, la segunda mejor opción, según consideración propia y siempre abierta a debate, sería la de hormigón armado ya que en una construcción de tan poca planta la ganancia de m² debido a la esbeltez de los elementos no llega a compensar los costes iniciales de construcción. Esta elección depende también de la prisa con la que se precise realizar la obra, en este caso no consideramos que exista una fecha límite preocupante lo que también podría ser un factor que decantaría la elección hacia la estructura de acero.

En resumen y teniendo todo lo dicho anteriormente en cuenta la elección sería:

- 1- Estructura de Steel-Frame
- 2- Estructura de hormigón armado
- 3- Estructura de acero

13 - PROPUESTAS DE CONTINUIDAD

- Estudio de la frecuencia de resonancia en forjados ligeros y sus consecuencias
- Creación de módulos de forjados alternativos para CYPE
- Investigar soluciones prefabricadas por medio de paneles con juntas inteligentes

14 - BIBLIOGRAFÍA

14.1 - NORMATIVA

España, RD 1247/2008, de 18 de julio, *Instrucción de hormigón estructural EHE-08*. BOE, 22 de agosto de 2008, num. 203, p.35176-35178

España, RD 314/2006, de 17 de marzo, *Código Técnico de la Edificación*. BOE, 28 de marzo de 2006, num. 74, p. 11816-11831

- Documento básico: Seguridad estructural
- Documento básico: Seguridad estructural – acciones en la edificación
- Documento básico: Seguridad estructural - acero
- Documento básico: Seguridad en caso de incendio

Estados Unidos, Normativa AISC (American Institute of Steel Construction)

Estados Unidos, Normativa AISI (American Iron and Steel Institute)

14.2 - LIBROS Y PUBLICACIONES

Strike, J. (2012). *De la CONSTRUCCIÓN a los proyectos*. Barcelona: Reverté

British Cement Association (1999). *Concrete through the ages*. Berkshire: Price Group DE

Informes de la construcción (2008) vol. 60, 509,25-34. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya

14.3 - PROYECTOS Y MANUALES

Equipe VIA-UJI, (2014). *Project Manual éBRICKhouse*. Castellón: Solar Decathlon 2014

Equipe VIA-UJI, (2014). *Project Drawings éBRICKhouse*. Castellón: Solar Decathlon 2014

Alacero, (----). *Manual de ingeniería de Steel Framing*. Santiago de Chile: Asociación latinoamericana del acero

Alacero, (2007). *Steel Framing: Arquitectura*. Santiago de Chile: Asociación latinoamericana del acero

AISI, (1997). *Prescriptive method for residential cold-formed steel framing*. Washington D.C.: The U.S. Department of Housing and Urban Development Office of Policy Development and Research

14.4 - CATÁLOGOS Y BASES DE DATOS

Catálogo de productos PLACO

Catálogo de productos FINSA

Catálogo de productos BUTECH

Base de datos del Itec

Base de datos de CYPE

14.5 - PAGINA WEB

Dirección	Ultima consulta
http://www.construmatica.com/construpedia/Estructuras_Met%C3%A1licas._Riesgos_y_Medidas_Preventivas	01/09/2015
http://www.construmatica.com/construpedia/Obras_de_Hormig%C3%B3n_Armado._Riesgos_y_Medidas_Preventivas	01/09/2015
http://www.enriquealario.com/ejecucion-de-forjados-unidireccionales/	01/09/2015
http://vilssa.com/el-acero-reciclado-para-construir-nuevos-productos	01/09/2015
http://eadic.com/blog/hormigon-reciclado-futuro-edificacion-sostenible/	01/09/2015
http://www.lineaprevencion.com/ProjectMiniSites/Video5/html/cap-2/db-prles/seccion-2-estructuras/seccion2estructuras.html	01/09/2015
http://www.ronblank.com/courses/die05h/die05h.pdf	01/09/2015
http://buildipedia.com/aec-pros/construction-materials-and-methods/light-gauge-metal-stud-framing-planning-and-practices	01/09/2015
http://www.atisae.com/servicios/marcado-ce-estructuras-metalicas-segun-norma-une-1090-1	01/09/2015
http://gtmingenieria.blogspot.com.es/2012/03/estructuras-metalicas-ventajas-e.html	01/09/2015
http://www.construmatica.com/construpedia/Estructuras_Met%C3%A1licas	01/09/2015
http://www.construmatica.com/construpedia/Ejecuci%C3%B3n_de_Pilares	01/09/2015
http://www.construmatica.com/construpedia/Estructuras_de_Hormig%C3%B3n_Armado#Tipolog.C3.ADA_y_Generalidades	01/09/2015
http://www.construmatica.com/construpedia/Construcci%C3%B3n_de_Forjados_Unidireccionales#Proceso_Constructivo	01/09/2015
http://www.docv.gva.es/datos/2015/01/12/pdf/2015_84.pdf	01/09/2015
http://www.arqhys.com/arquitectura/ejecucion-estructuras-metalicas.html	01/09/2015
http://campuscurico.utralca.cl/~fepinos/Consejos%20de%20un%20experto%20para%20el%20montaje%20de%20estructuras.pdf	01/09/2015
http://www.metalikos.com.co/Proceso-constructivo	01/09/2015
http://www.understandconstruction.com/light-gauge-steel-construction.html	01/09/2015
http://bayanbox.ir/view/7767529449497417618/Fundamentals-of-Building-Construction.pdf	01/09/2015
http://www.unesid.org/iris2013/industria.html	01/09/2015
http://www.arqhys.com/construccion/acero-caracteristicas.html	01/09/2015
http://www.construmatica.com/construpedia/El_Acero_en_Construcci%C3%B3n_para_el_Desarrollo	01/09/2015

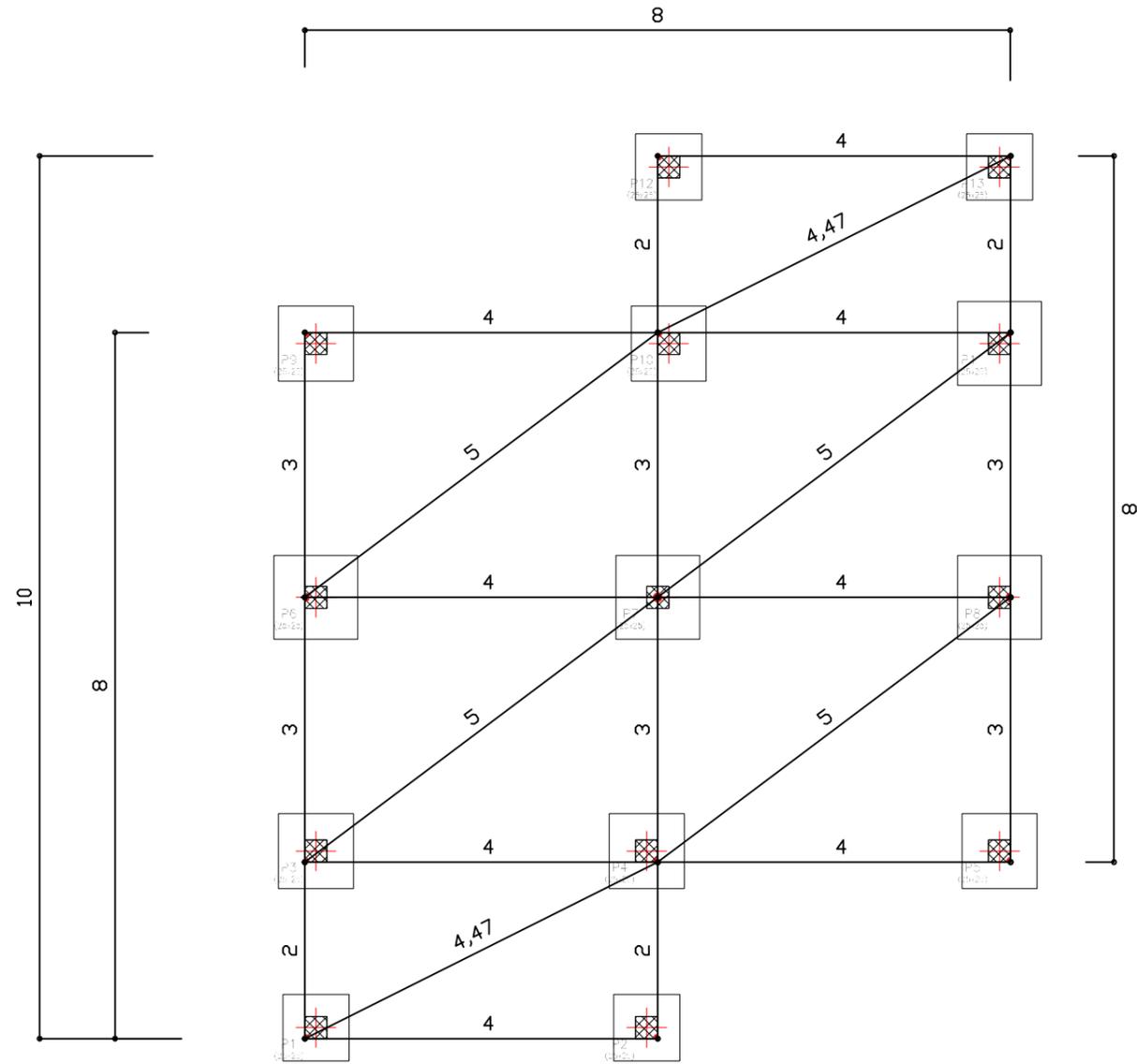
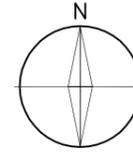
**Proyecto final de grado: ANALISIS COMPARATIVO DE TIPOLOGIAS
ESTRUCTURALES BASADAS EN EL PROTOTIPO ÉBRICKHOUSE**

http://allstudies.com/acero-estructural.html	01/09/2015
http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2001/7-Tecnologicas/T-019.pdf	01/09/2015
http://www.arquigrafico.org/ventajas-del-acero-en-la-construccion/	23/04/2015
http://www.arquitecturaenacero.org/	01/09/2015
http://www.yorkon.co.uk/	01/09/2015
https://www.aisc.org/store/c-16-free-publications.aspx	01/09/2015
http://www.casamodular.org/casa-modular-sistema-constructivo.html	01/09/2015
http://www.scottsdalesteelframes.com/	01/09/2015
http://www.mundoseco.com.ar/steelframe.asp	01/09/2015
http://www.construmatica.com/construpedia/Ejecuci%C3%B3n_de_Estructuras_Met%C3%A1licas	01/09/2015

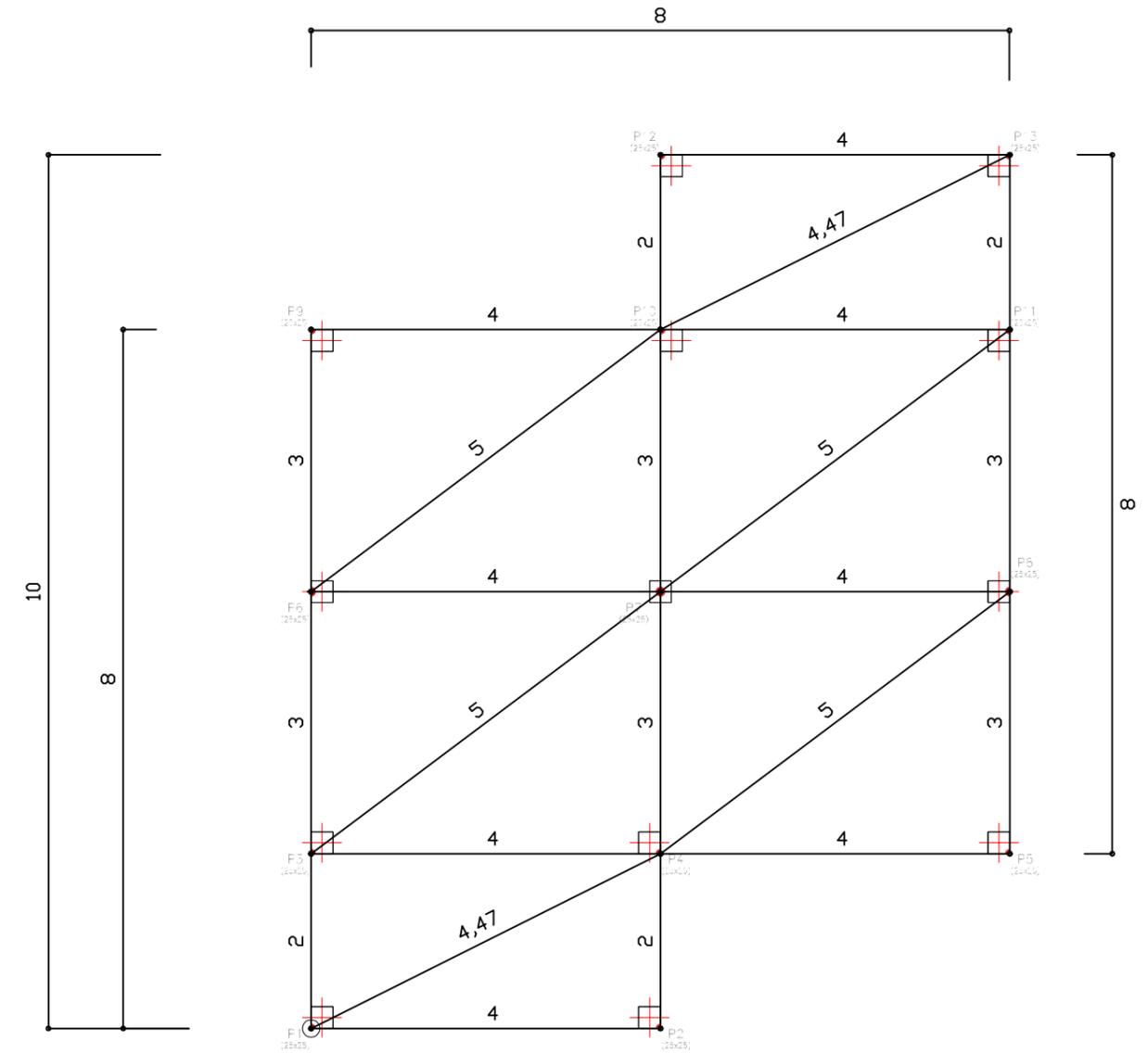
ANEXO 1 - DETALLES ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

- Plano 1 = Replanteo pilares
- Plano 2 = Detalle armado pilares
- Plano 3 = Detalle armado vigas forjado sanitario 1-2
- Plano 4 = Detalle armado vigas forjado sanitario 2-2
- Plano 5 = Detalle armado vigas forjado bajo cubierta 1-2
- Plano 6 = Detalle armado vigas forjado bajo cubierta 2-2

Replanteo pilares en cimentación



Replanteo pilares en primer forjado



PFG: Análisis comparativo de tipologías estructurales basadas en el prototipo éBRICKhouse

Anexo 1 - Detalles estructura de hormigón armado

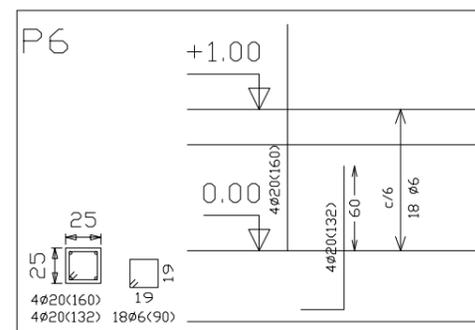
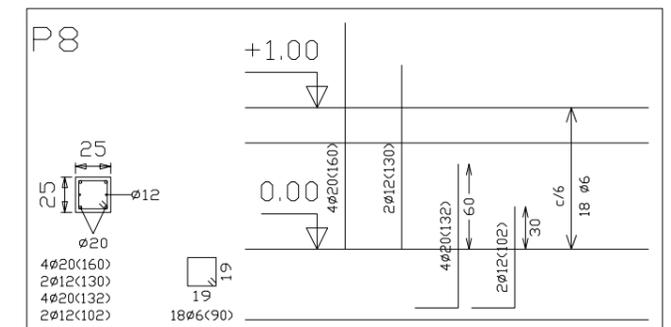
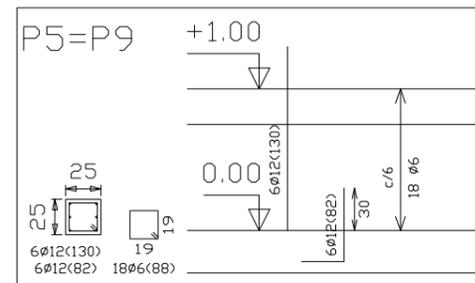
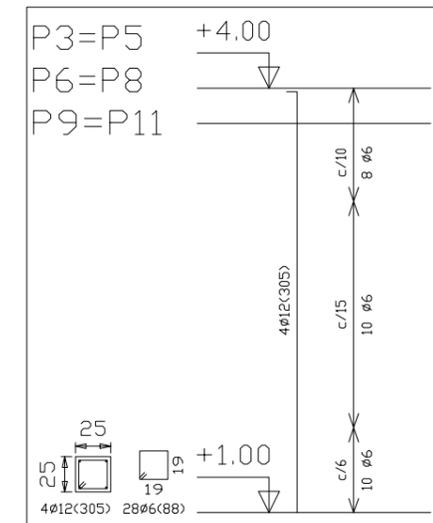
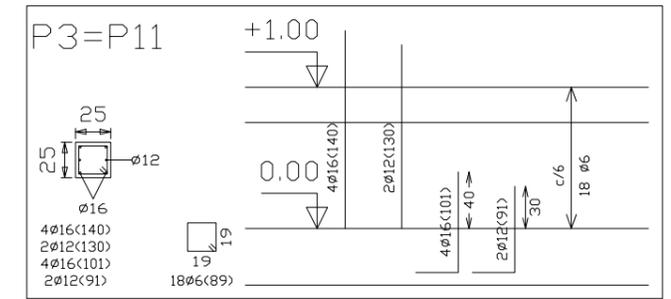
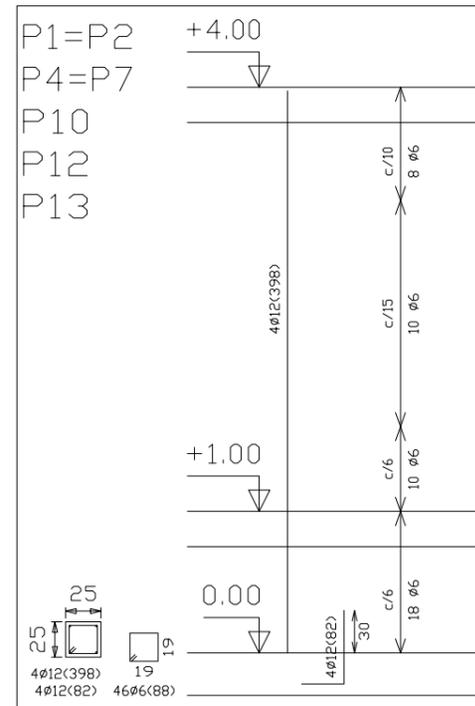
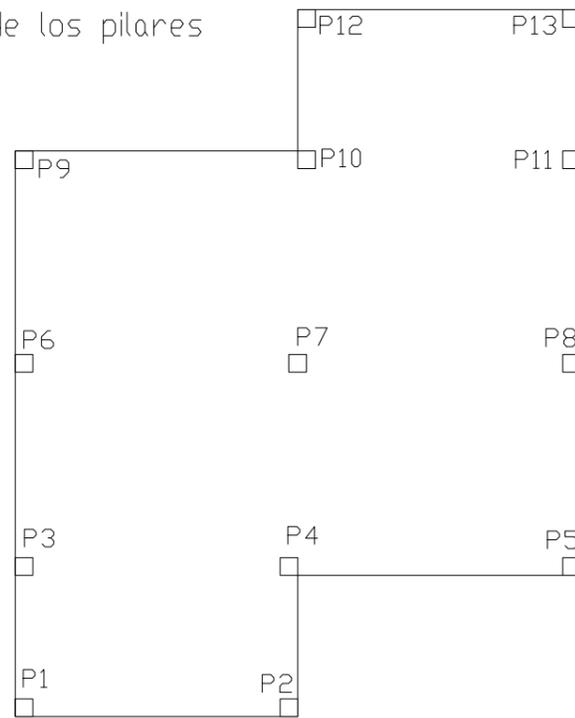
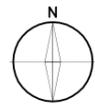
Replanteo de pilares

Autor: Santi Bellmunt Conde

Escala

1/75

Distribución de los pilares



P1=P2 P4=P7 P10=P12 P13	P3=P11	P5=P9	P6	P8
 4φ12 4φ12(82) 46φ6c/15	 4φ12 28φ6c/15	 4φ12 28φ6c/15	 4φ12 28φ6c/15	 4φ12 28φ6c/15
 4φ16 2φ12 4φ16(101) 2φ12(91) 18φ6c/6	 4φ16 2φ12(130) 4φ16(101) 2φ12(91) 18φ6c/6	 6φ12 6φ12(82) 18φ6c/6	 4φ20 4φ20(132) 18φ6c/6	 4φ20 2φ12 4φ20(132) 2φ12(102) 18φ6c/6

Forjado Cubierta

Forjado Sanitario

Cimentación

PFG: Analisis comparativo de tipologias estructurales basadas en el prototipo eBRICKhouse

Anexo 1 - Detalles estructura de hormigón armado

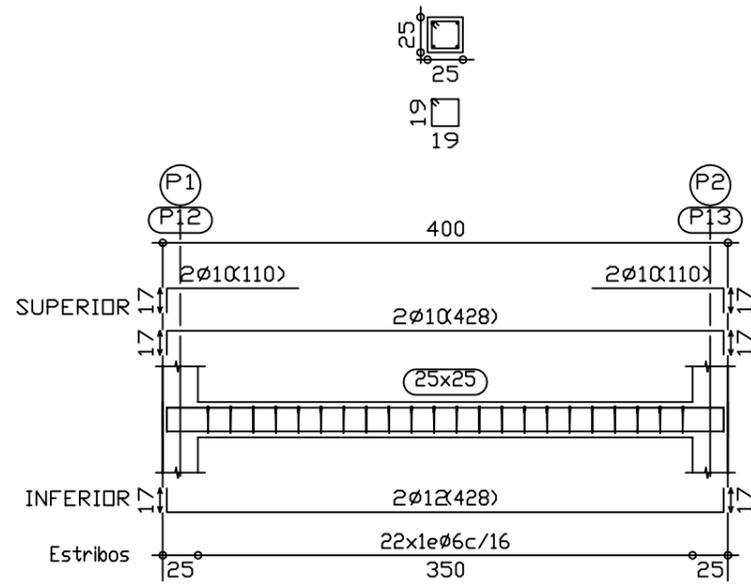
Detalles armado de pilares

Autor: Santi Bellmunt Conde

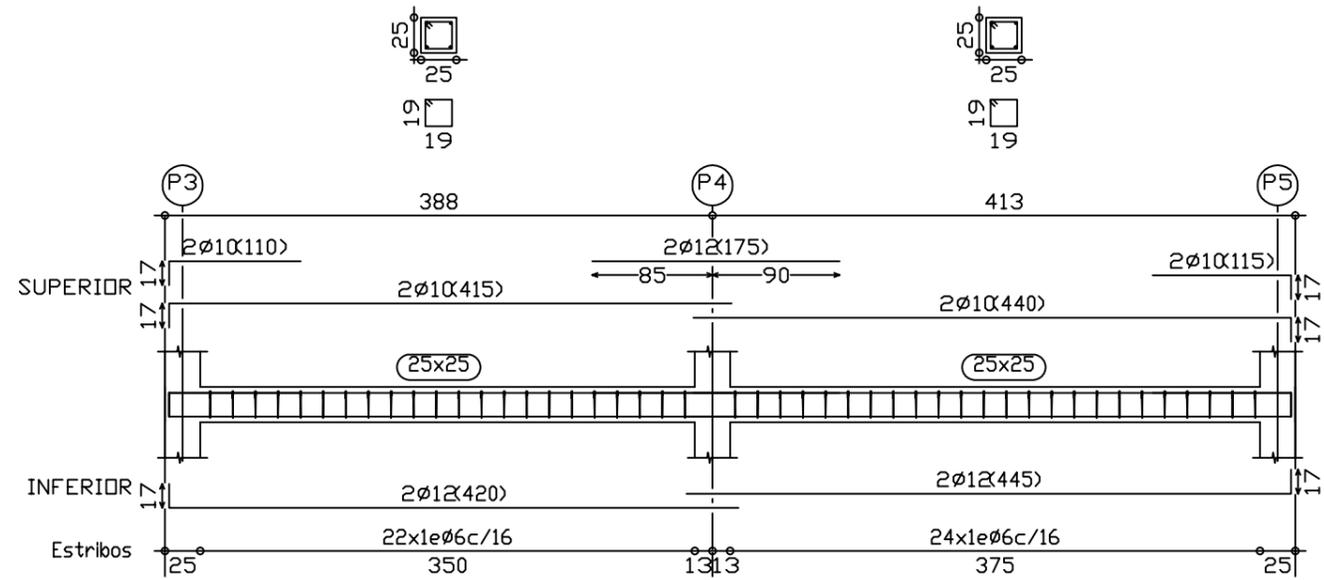
Escala

1/50

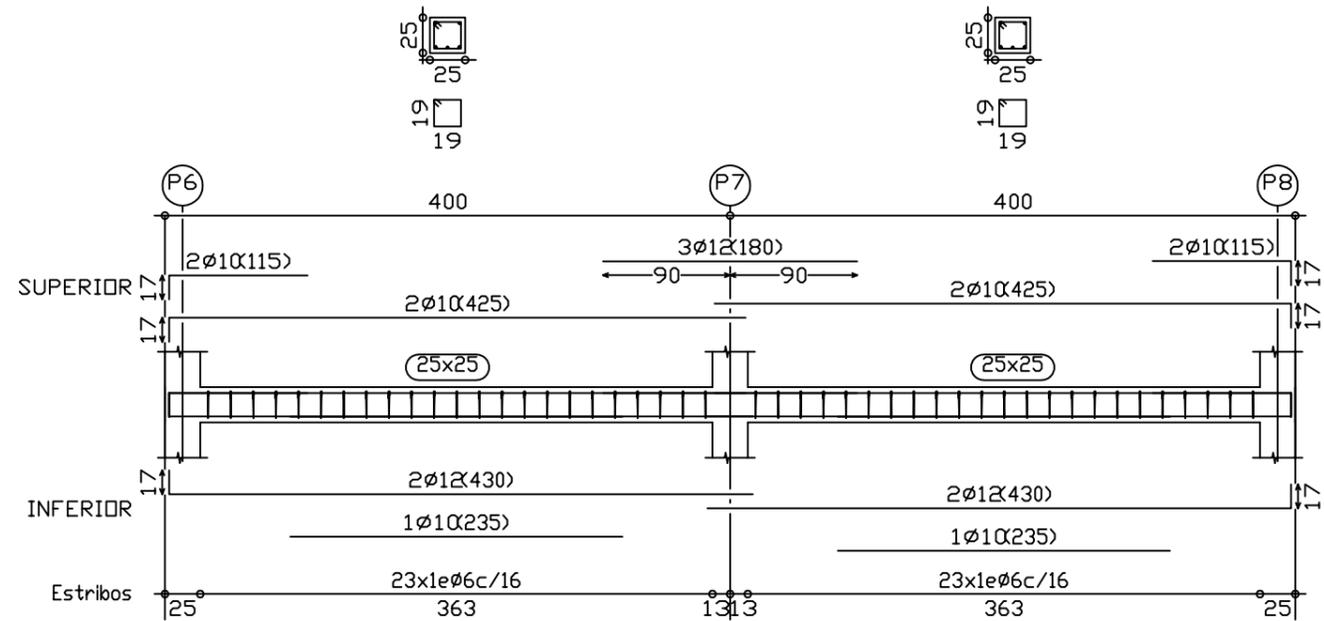
Pórtico 1
Pórtico 5



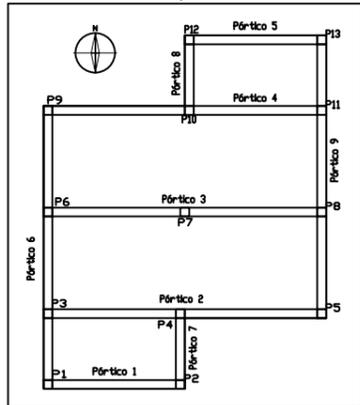
Pórtico 2



Pórtico 3



Distribución de pórticos



PFG: Analisis comparativo de tipologias estructurales basadas en el prototipoo éBRICKhouse

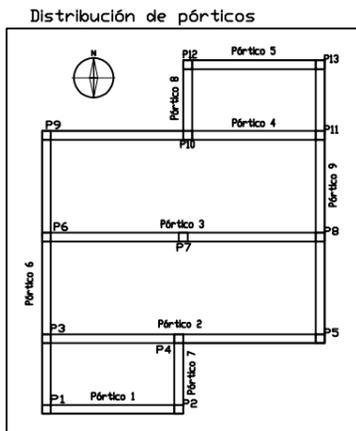
Anexo 1 - Detalles estructura de hormigón armado

Detalles armado de vigas de forjado sanitario 1-2

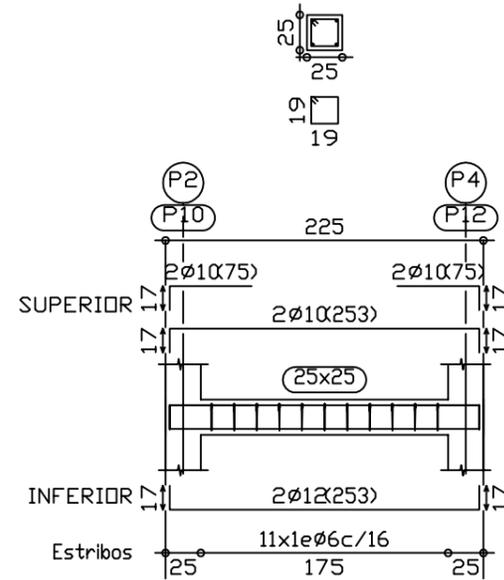
Autor: Santi Bellmunt Conde

Escala

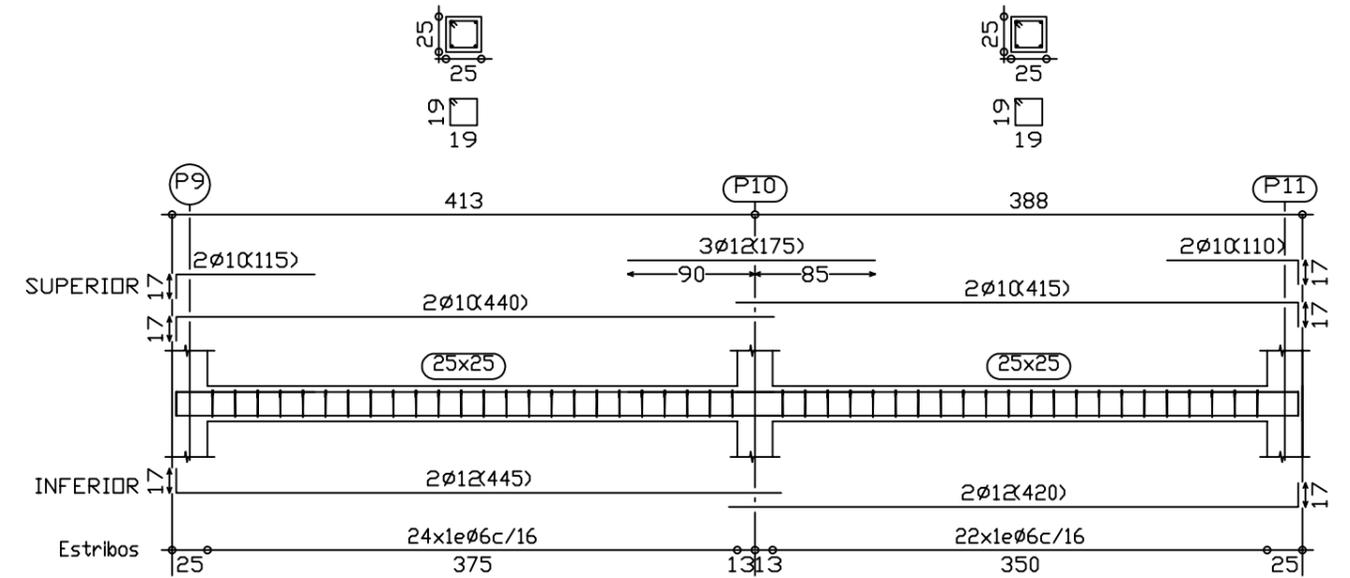
1/50



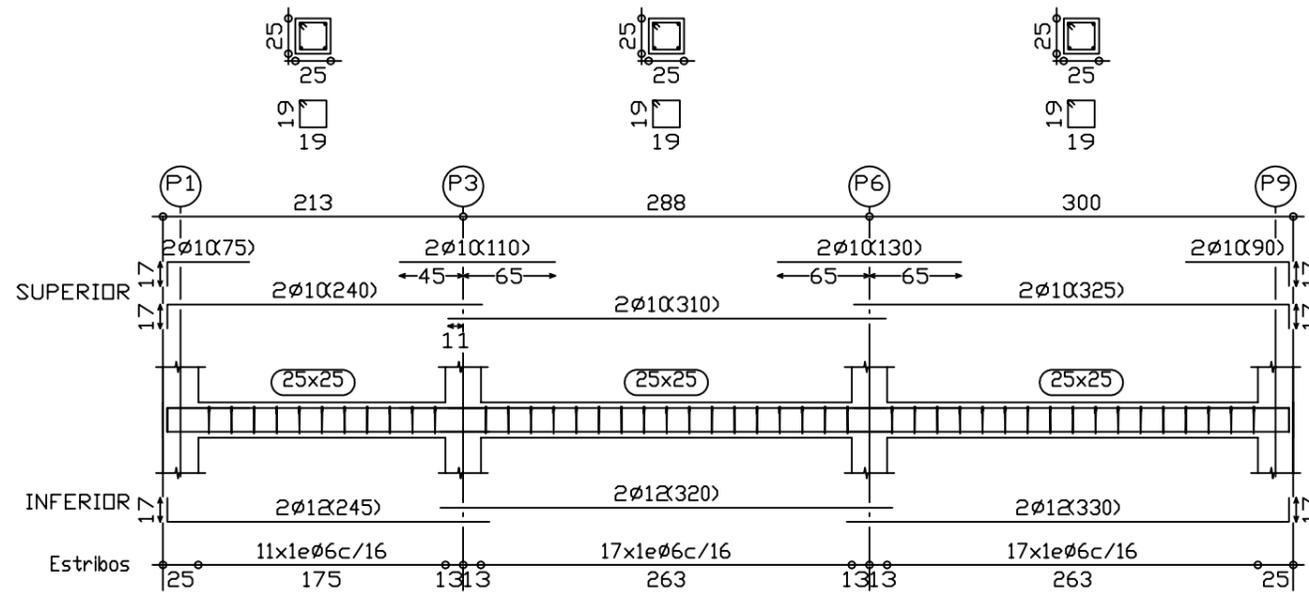
Pórtico 7
Pórtico 8



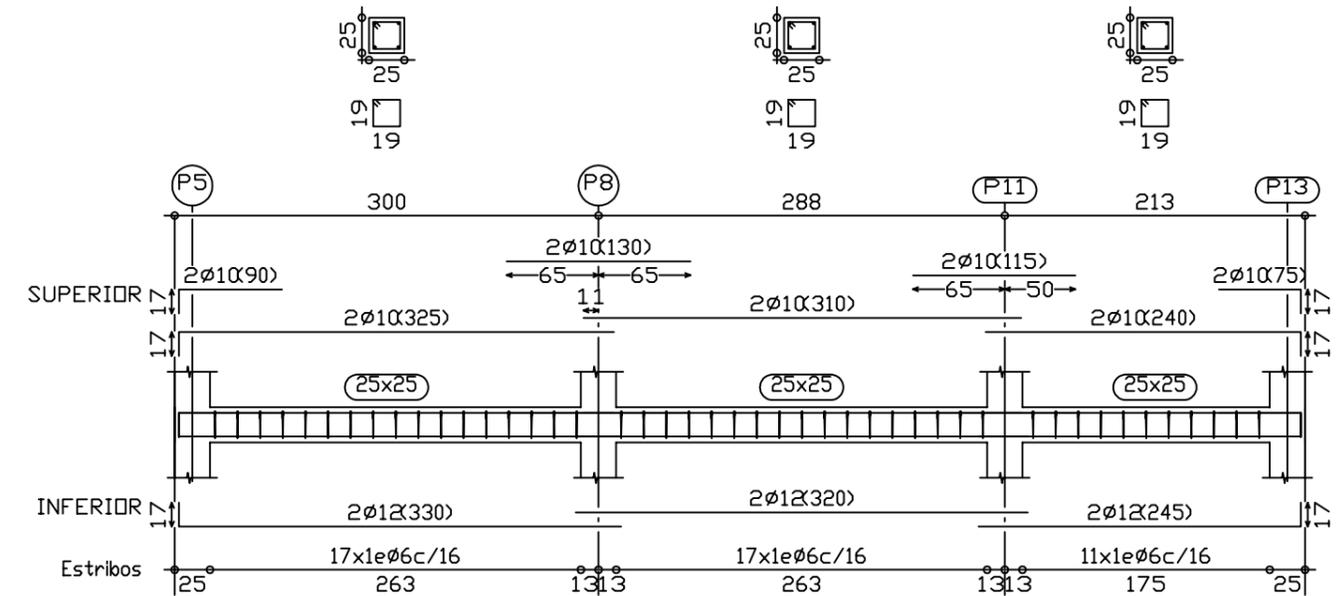
Pórtico 4



Pórtico 6



Pórtico 9



PFG: Analisis comparativo de tipologias estructurales basadas en el prototipo éBRICKhouse

Detalles armado de vigas de forjado sanitario 2-2

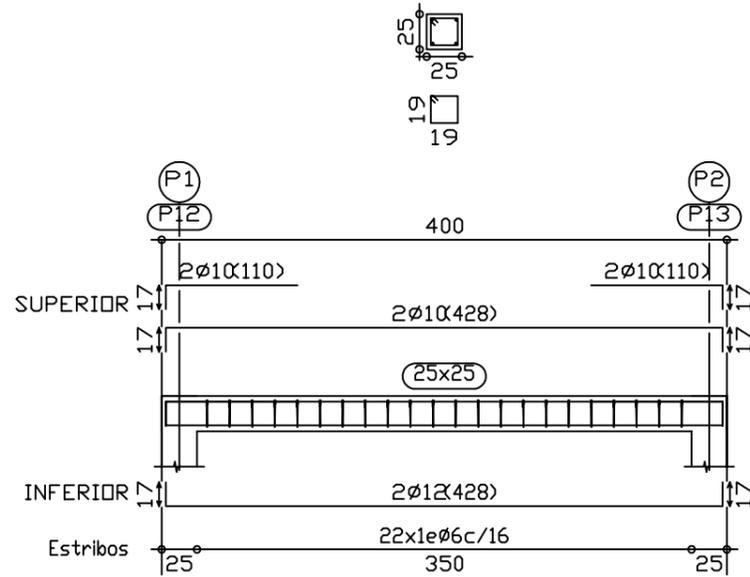
Escala

Anexo 1 - Detalles estructura de hormigón armado

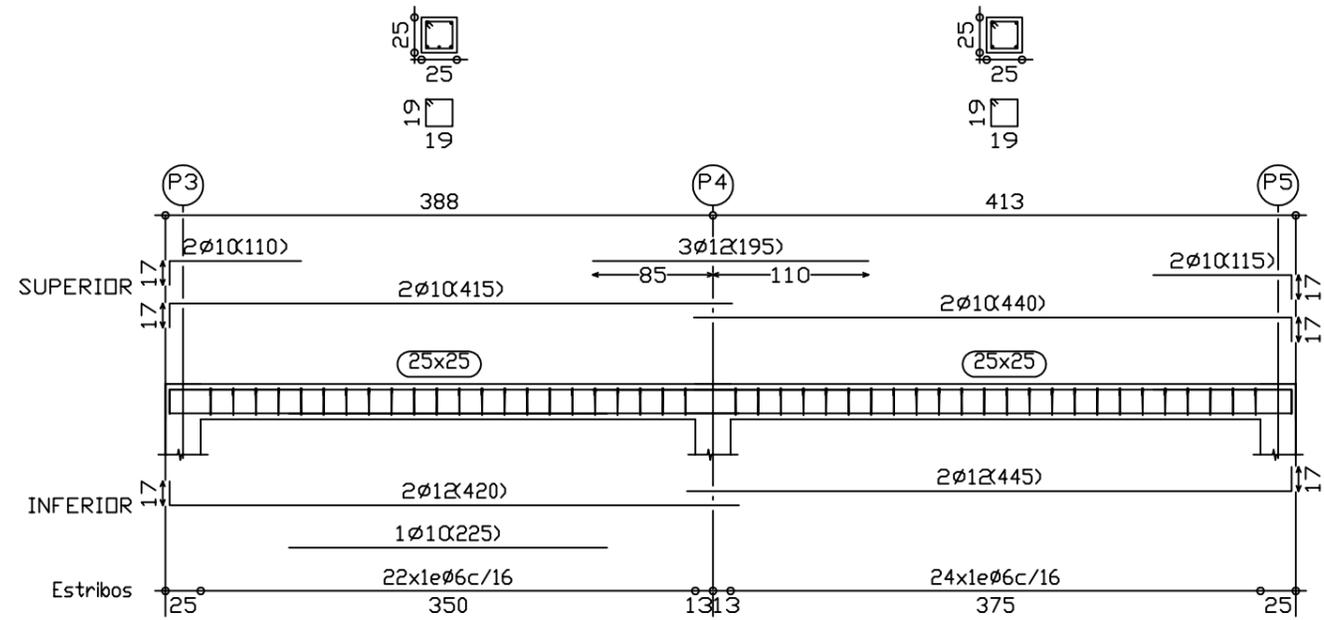
Autor: Santi Bellmunt Conde

1/50

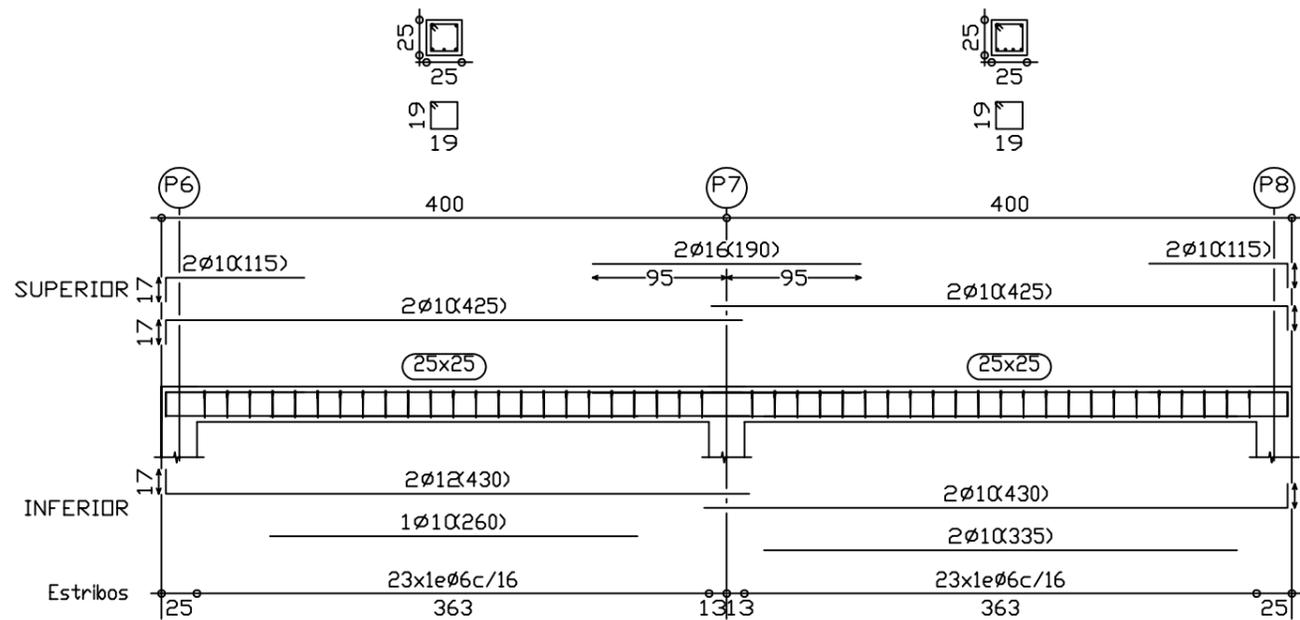
Pórtico 1
Pórtico 5



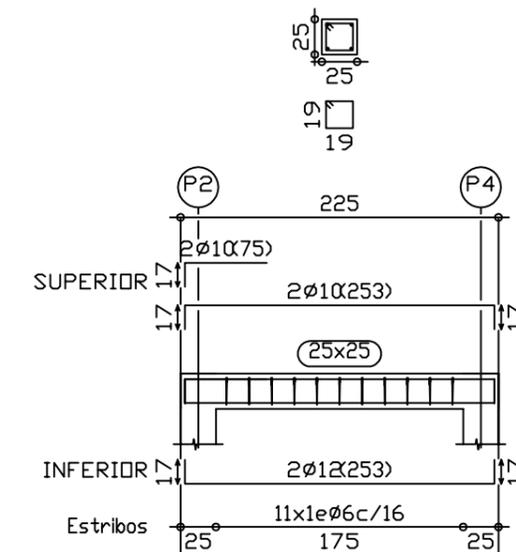
Pórtico 2



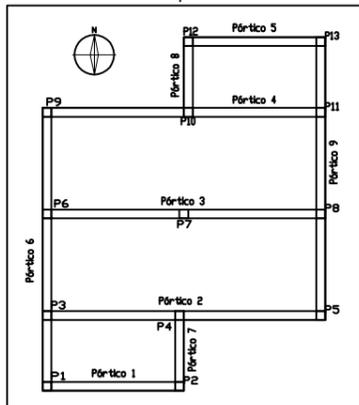
Pórtico 3

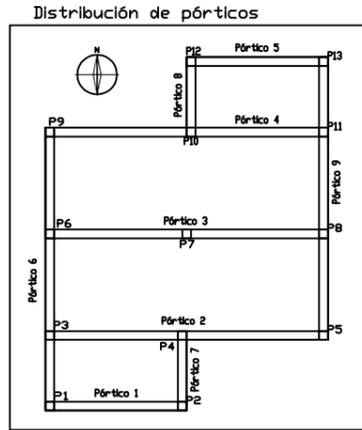


Pórtico 7

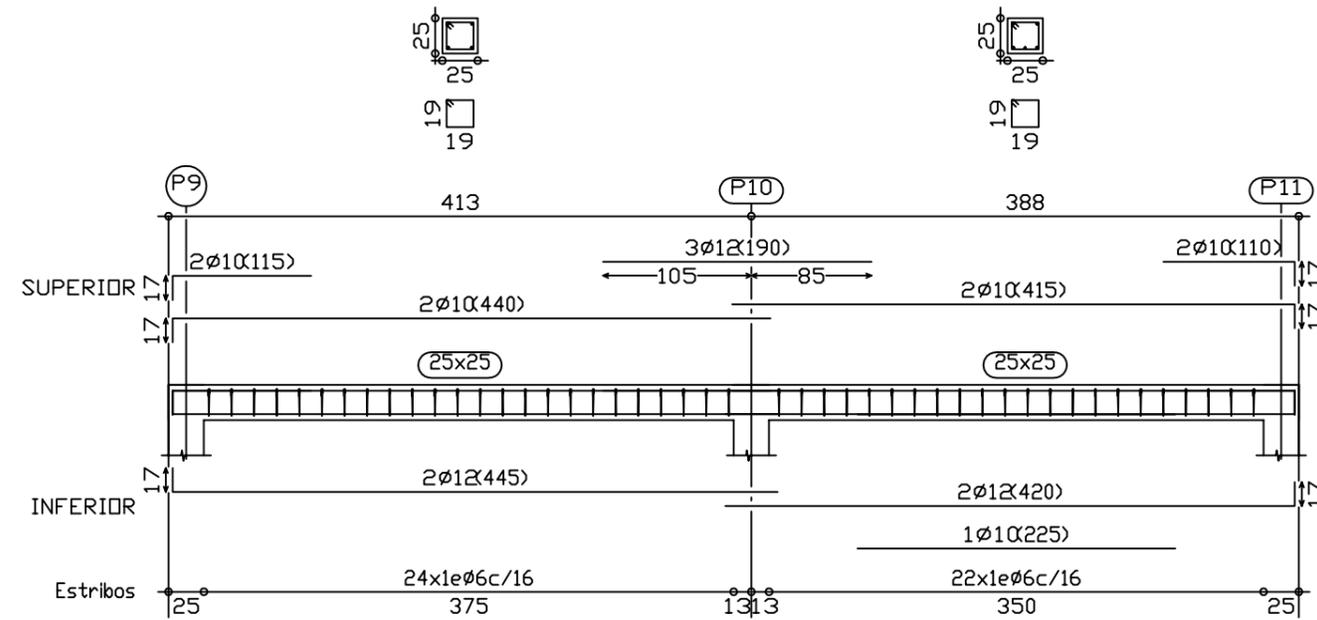


Distribución de pórticos

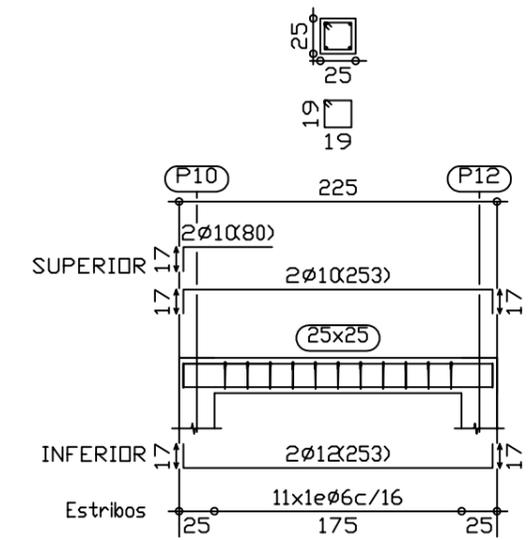




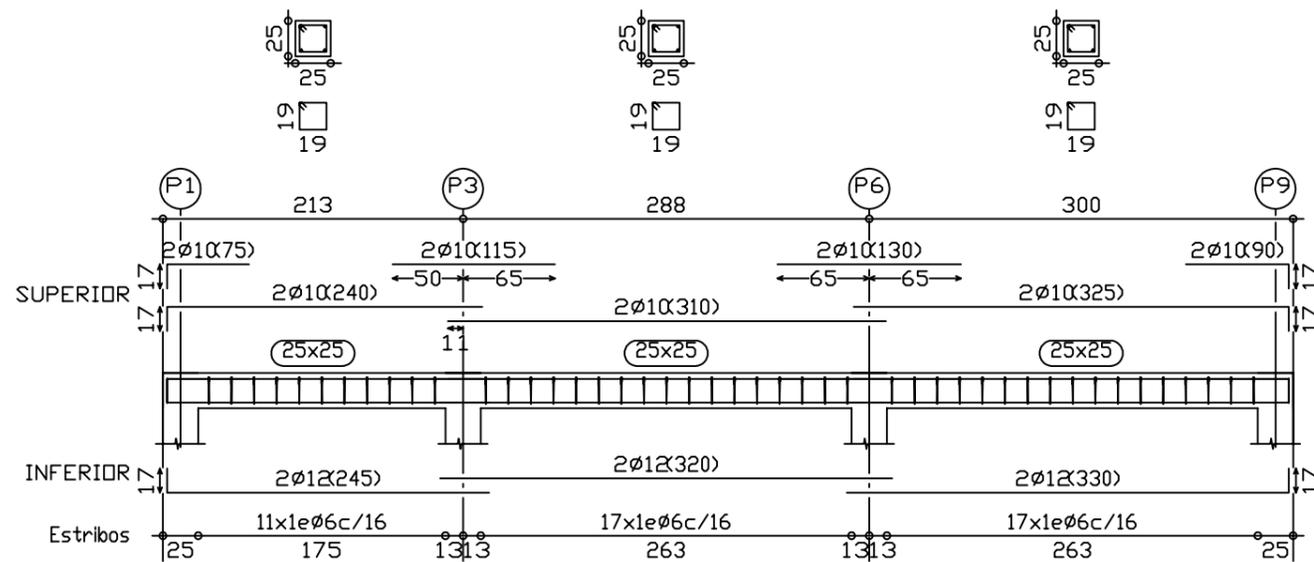
Pórtico 4



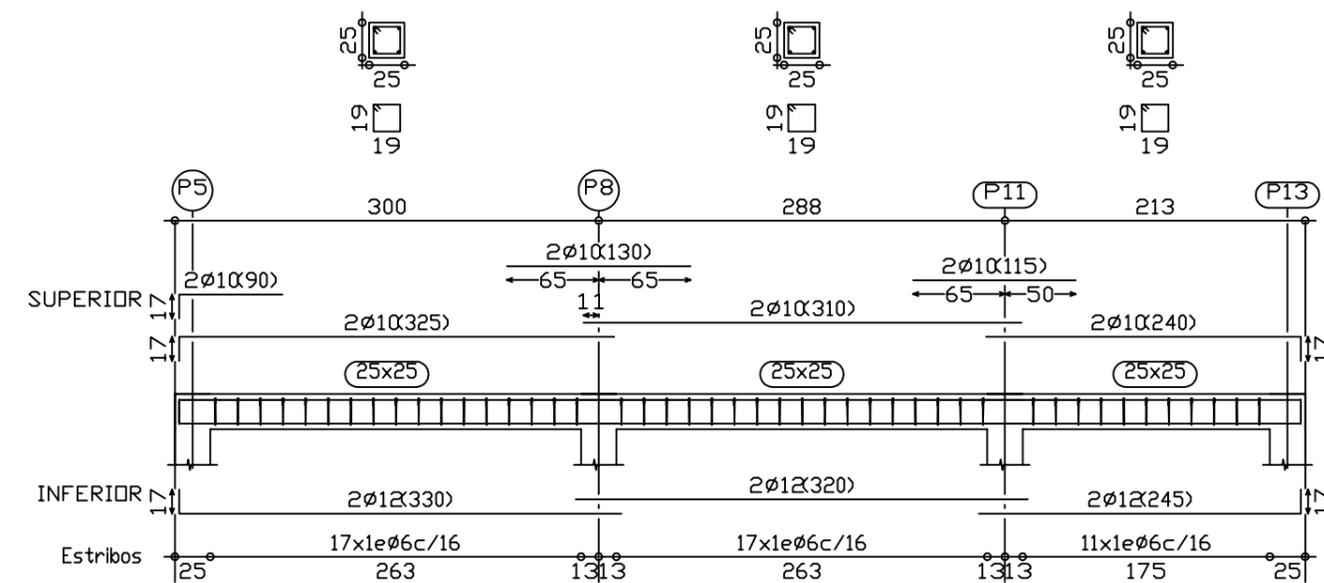
Pórtico 8



Pórtico 6



Pórtico 9



PFG - Análisis comparativo de tipologías estructurales basadas en el prototipo éBRICKhouse

Anexo 1 - Detalles estructura de hormigón armado

Detalles armado de vigas de forjado bajo cubierta 2-2

Autor: Santi Bellmunt Conde

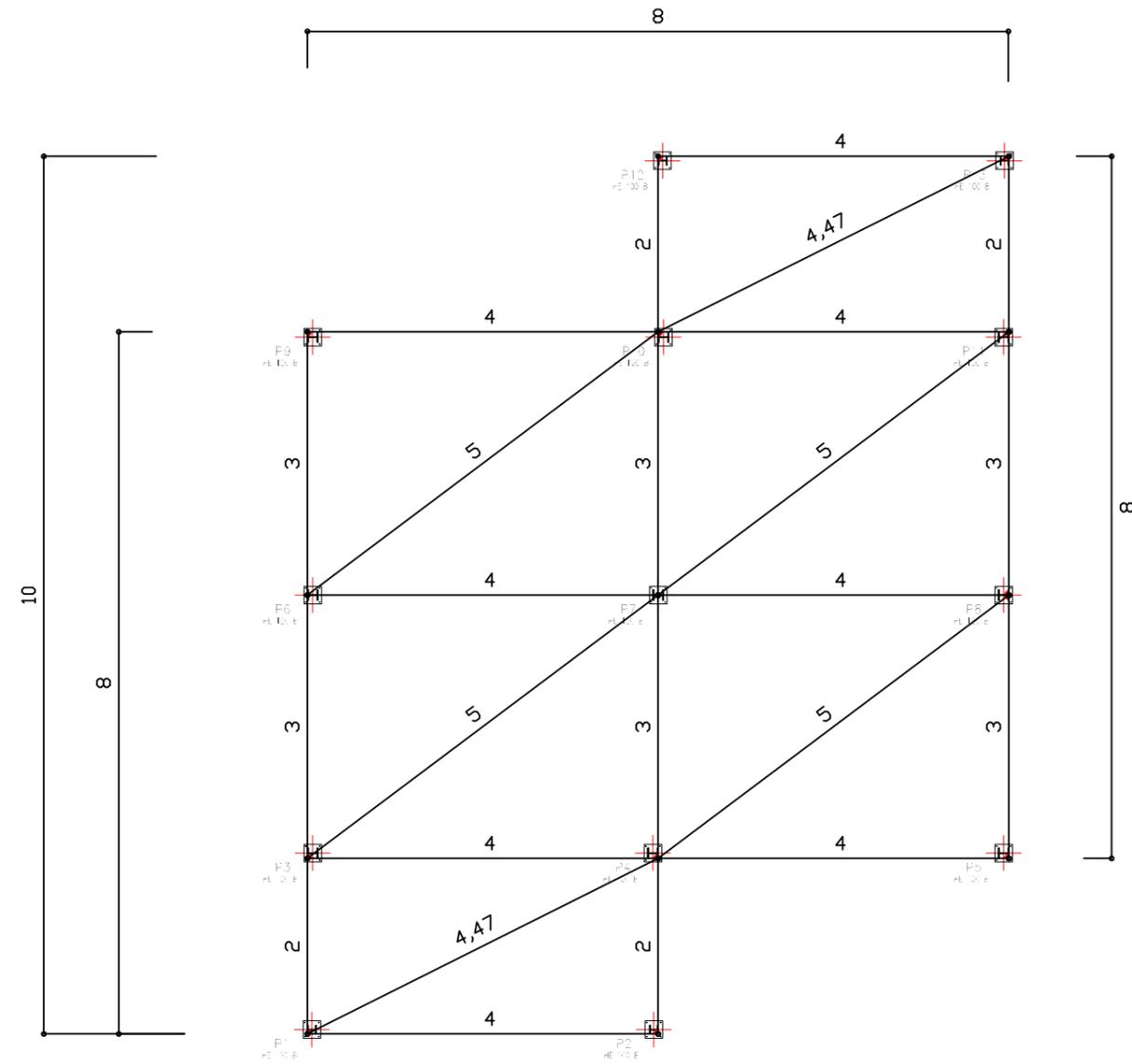
Escala

1/50

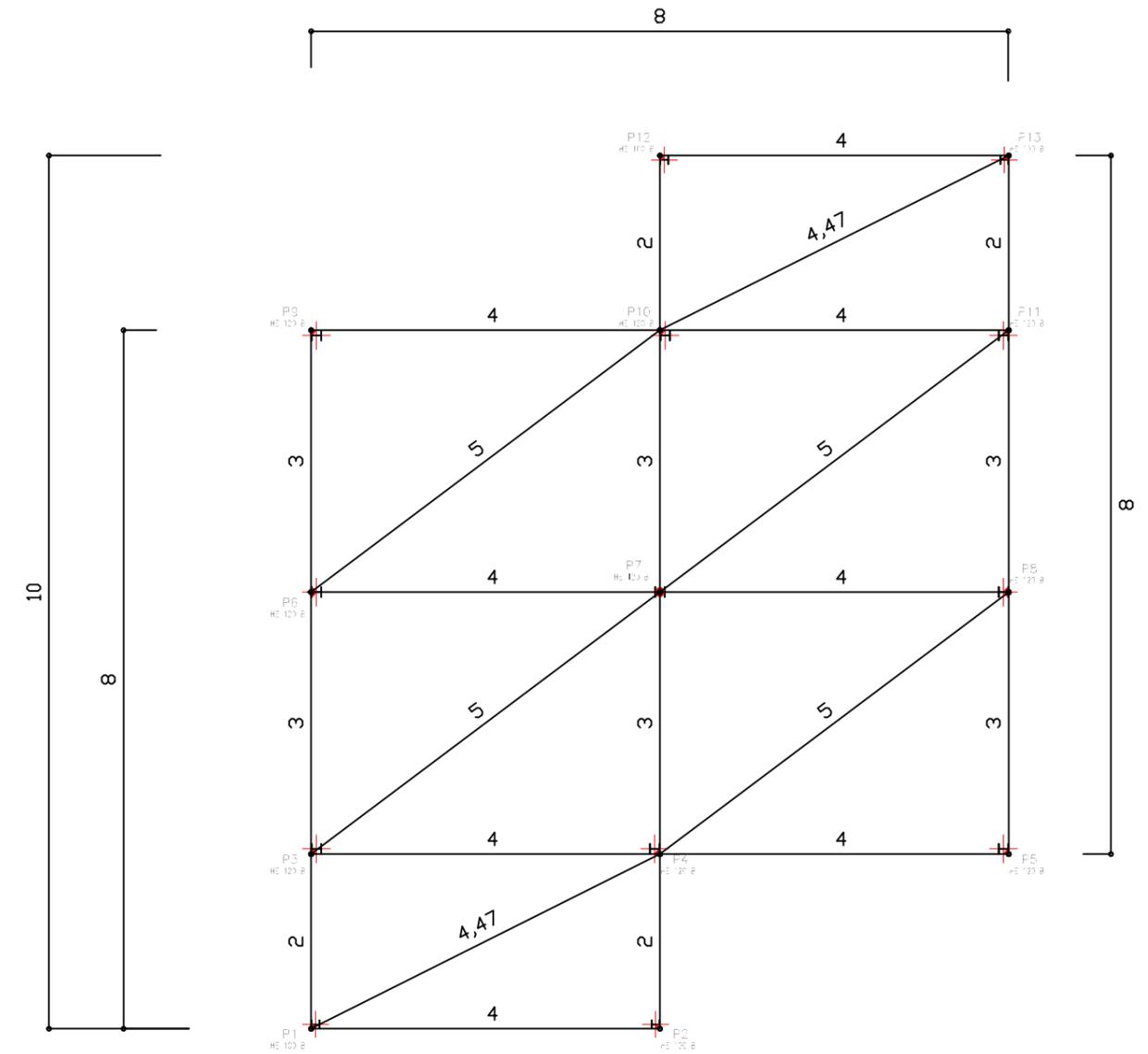
ANEXO 2 – DETALLES ESTRUCTURA DE ACERO

- Plano 1 = Replanteo de pilares
- Plano 2 = Detalle anclajes de pilares
- Plano 3 = Detalle unión tipo 1
- Plano 4 = Detalle unión tipo 2
- Plano 5 = Detalle unión tipo 3
- Plano 6 = Detalle unión tipo 4
- Plano 7 = Detalle unión tipo 5
- Plano 8 = Detalle unión tipo 6
- Plano 9 = Detalle unión tipo 7
- Plano 10 = Detalle unión tipo 8
- Plano 11 = Detalle unión tipo 9
- Plano 12 = Detalle unión tipo 10
- Plano 13 = Detalle unión tipo 11
- Plano 14 = Detalle unión tipo 12
- Plano 15 = Detalle unión tipo 13
- Plano 16 = Detalle unión tipo 14

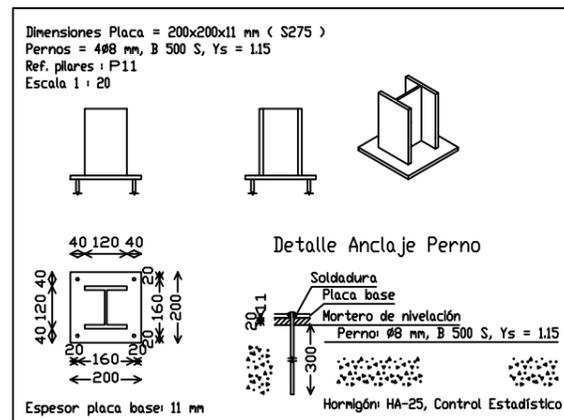
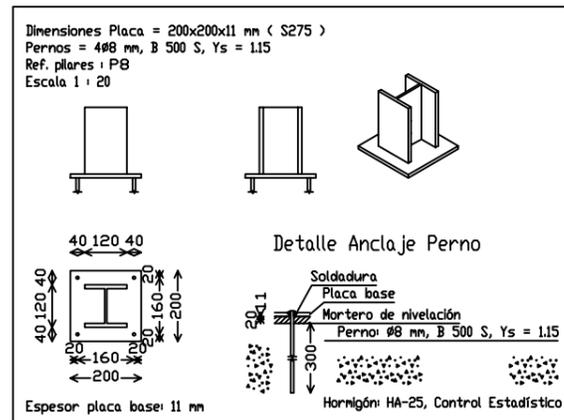
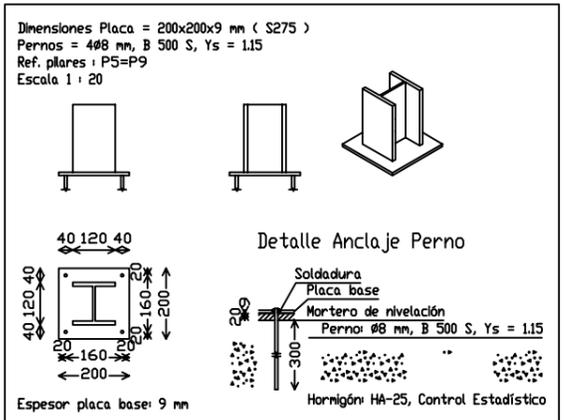
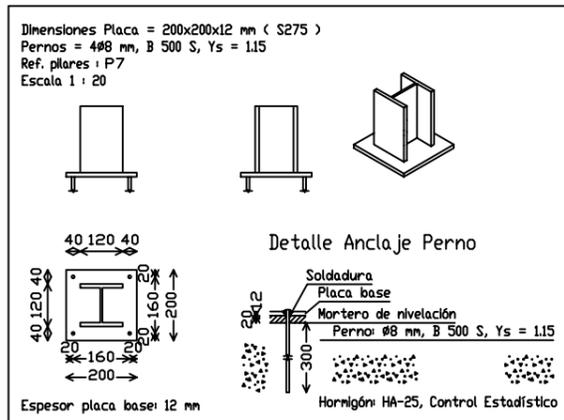
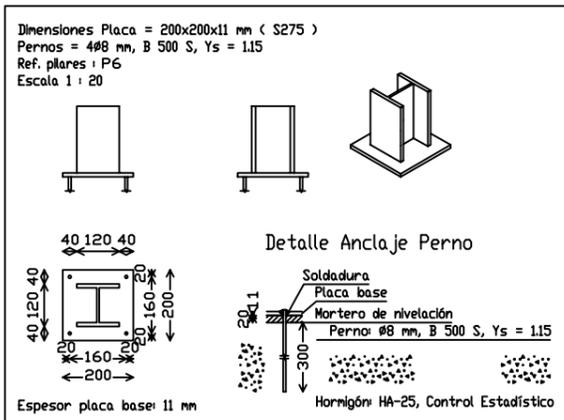
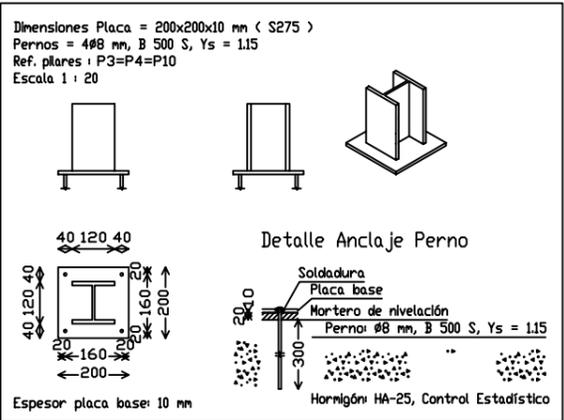
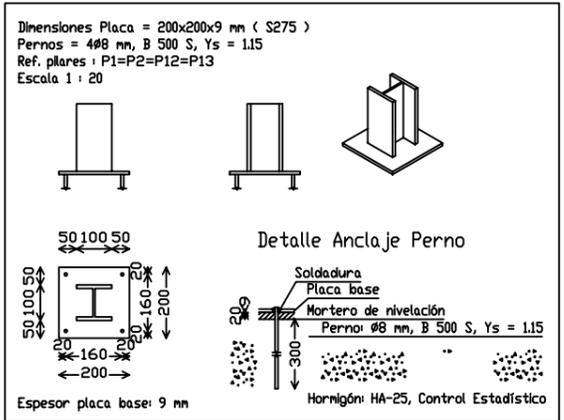
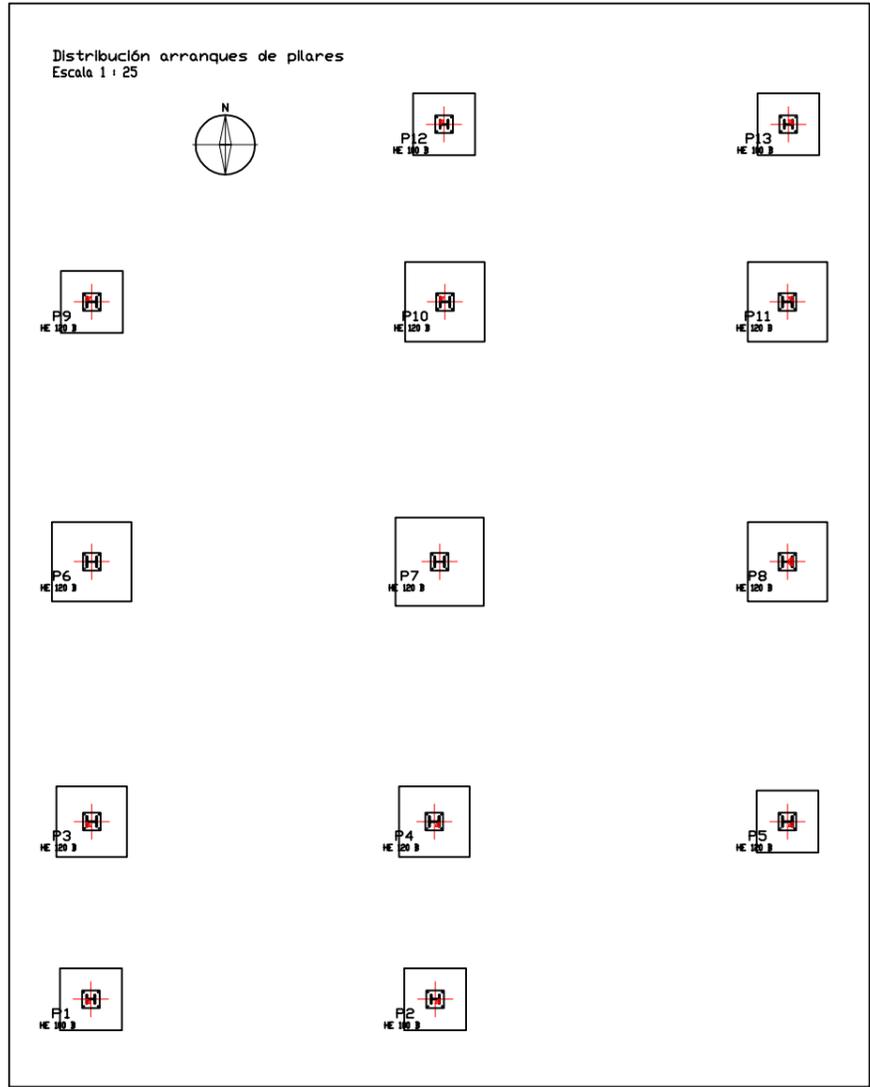
Replanteo pilares en cimentación



Replanteo pilares en primer forjado

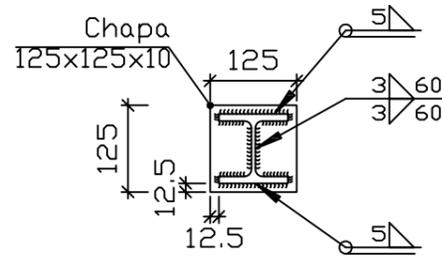


<p>PFG: Análisis comparativo de tipologías estructurales basadas en el prototipo éBRICKhouse</p>	<p>Replanteo de pilares</p>	<p>Escala 1/75</p>
<p>Anexo 2 - Detalles estructura de acero</p>	<p>Autor: Santi Bellmunt Conde</p>	

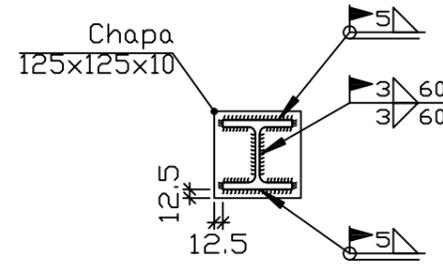


<p>PFG: Análisis comparativo de tipologías estructurales basadas en el prototipo éBRICKhouse</p>	<p>Detalles arranque de pilares</p>	<p>Escala 1/20</p>
<p>Anexo 2 - Detalles estructura de hormigón armado</p>	<p>Autor: Santi Bellmunt Conde</p>	<p>1/25</p>

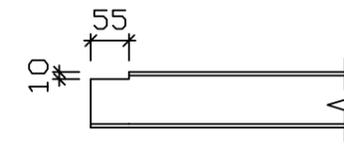
Tipo 1 - Forjado Sanitario P1 y P13



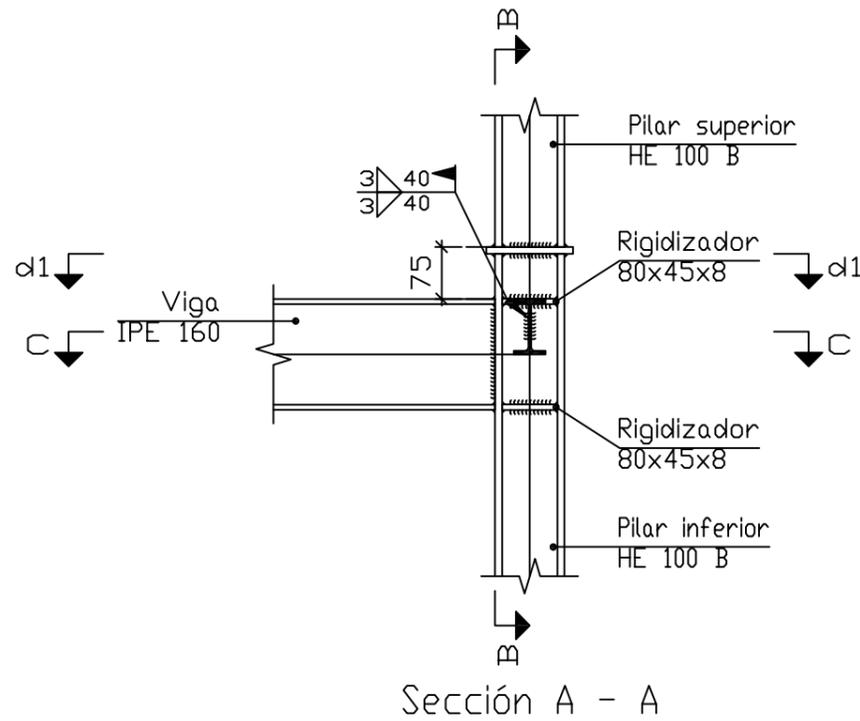
Detalle de soldaduras: Pilar inferior HE 100 B a chapa de transición



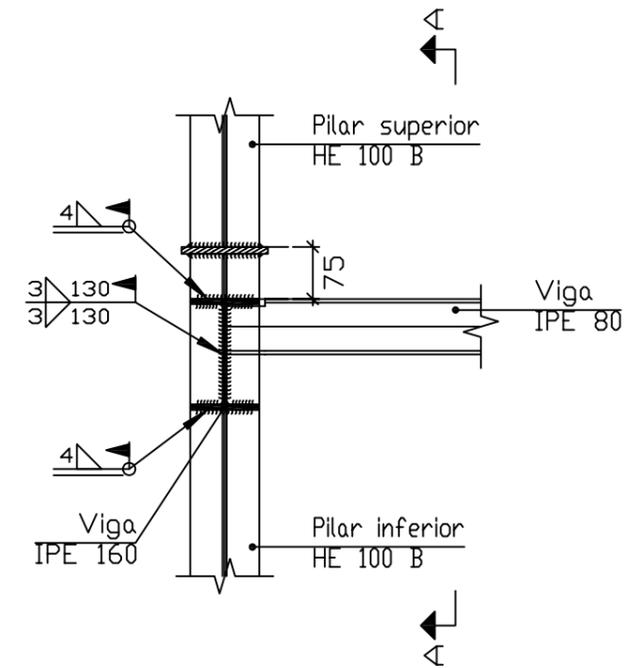
Detalle de soldaduras: Pilar superior HE 100 B a chapa de transición



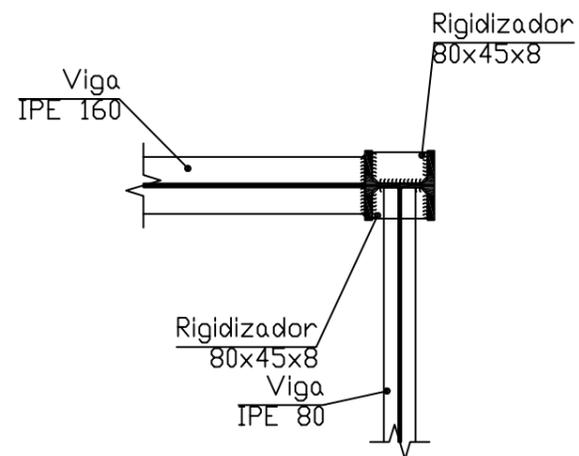
Detalle del recorte de la viga IPE 80



Sección A - A

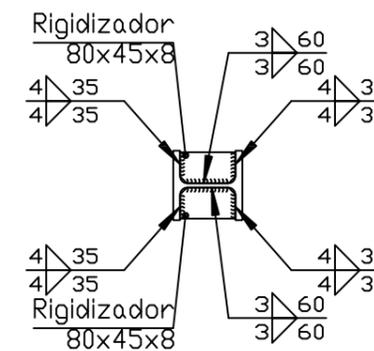


Sección B - B

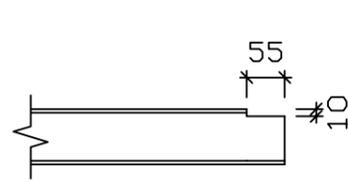


Sección C - C

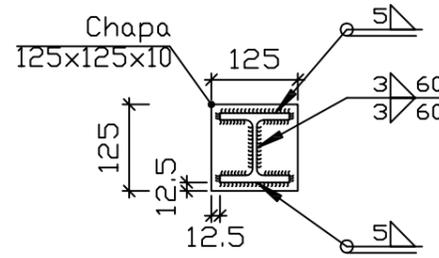
d1. Detalle de soldaduras: rigidizadores a Pilar inferior HE 100 B



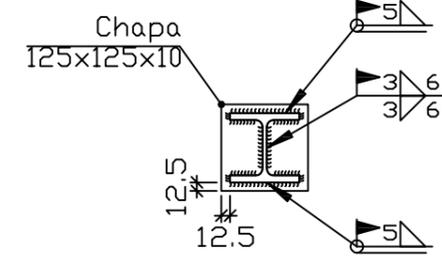
Tipo 2 - Forjado Sanitario P2 y P12



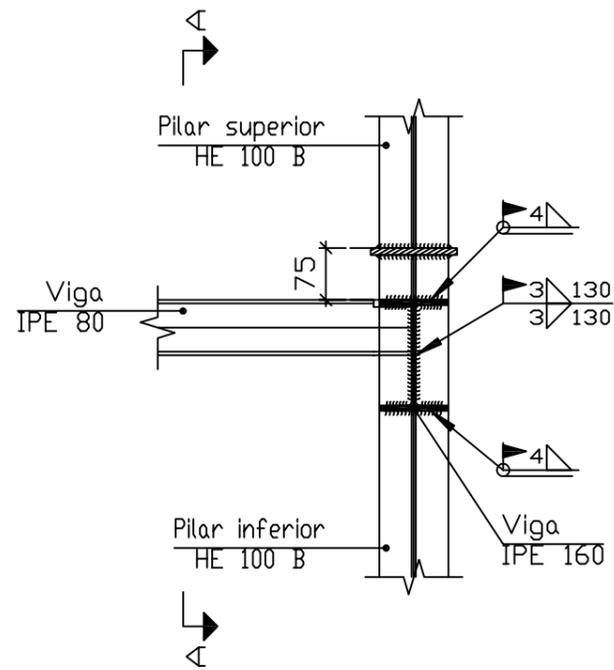
Detalle del recorte de la viga IPE 80



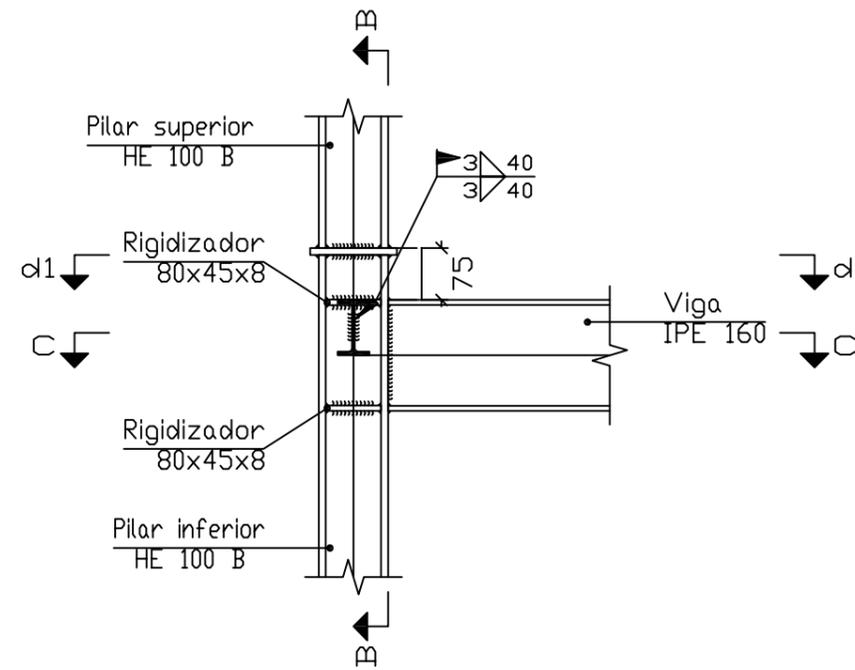
Detalle de soldaduras: Pilar inferior HE 100 B a chapa de transición



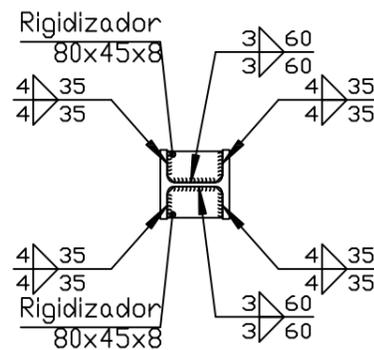
Detalle de soldaduras: Pilar superior HE 100 B a chapa de transición



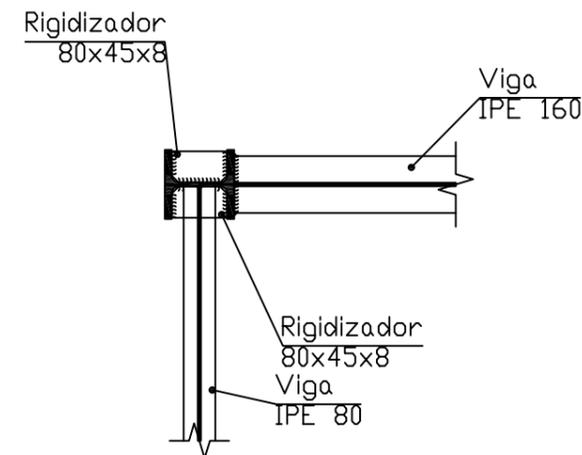
Sección B - B



Sección A - A

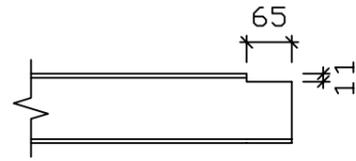


d1. Detalle de soldaduras: rigidizadores a Pilar inferior HE 100 B

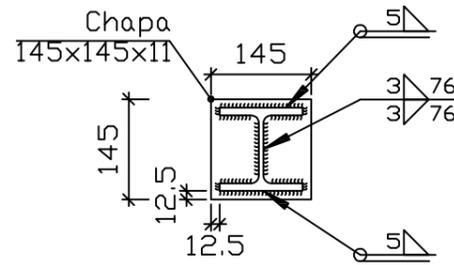


Sección C - C

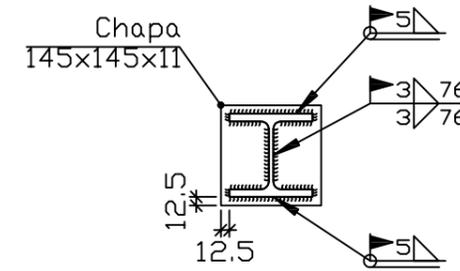
Tipo 3 - Forjado Sanitario P5 y P9



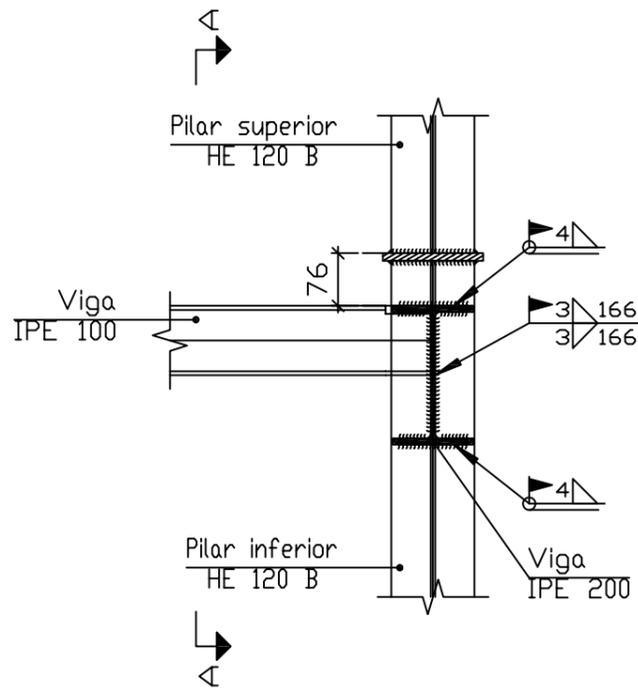
Detalle del recorte de la viga IPE 100



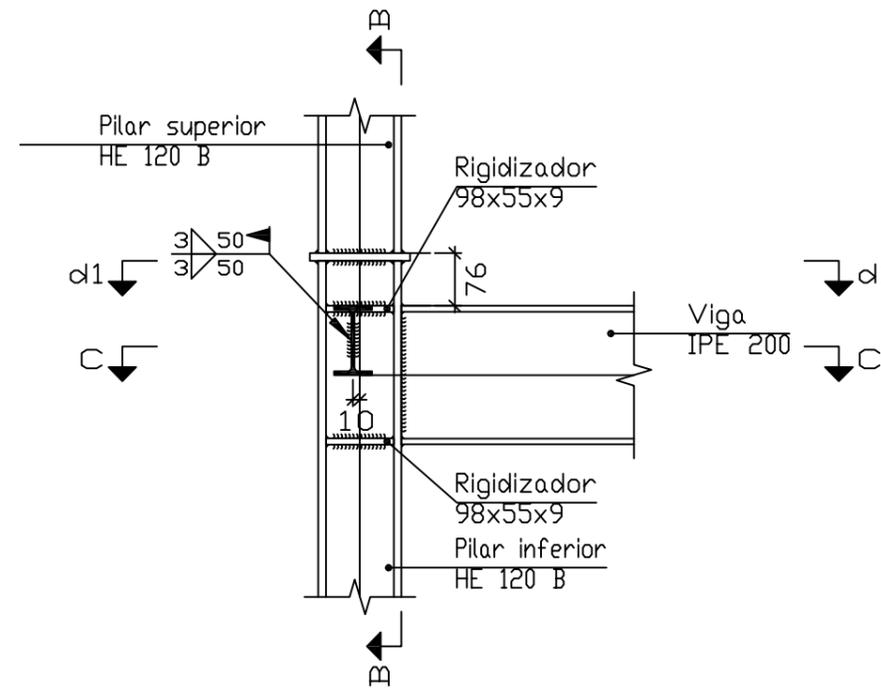
Detalle de soldaduras: Pilar inferior HE 120 B a chapa de transición



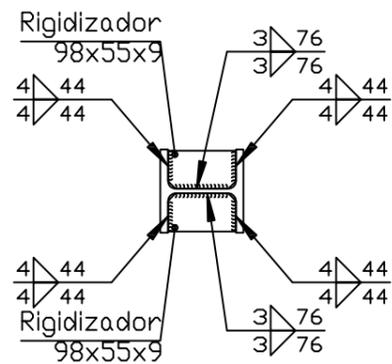
Detalle de soldaduras: Pilar superior HE 120 B a chapa de transición



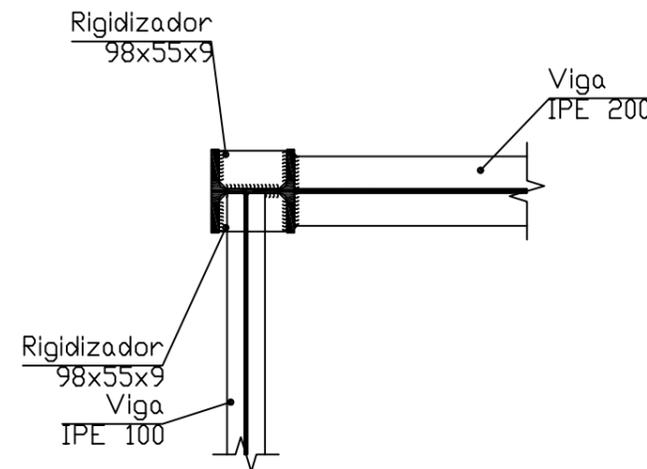
Sección B - B



Sección A - A

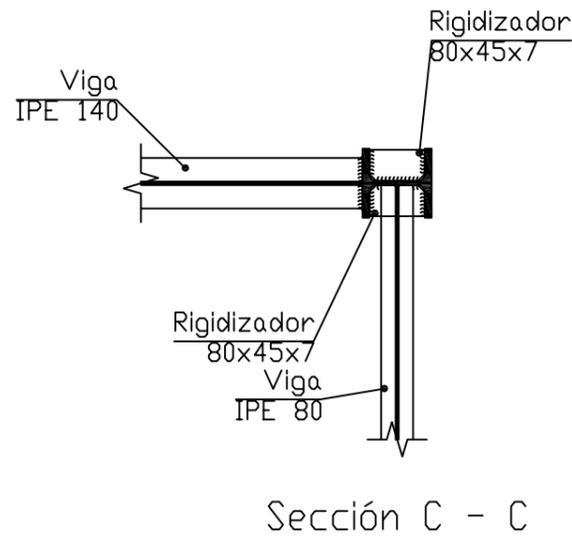
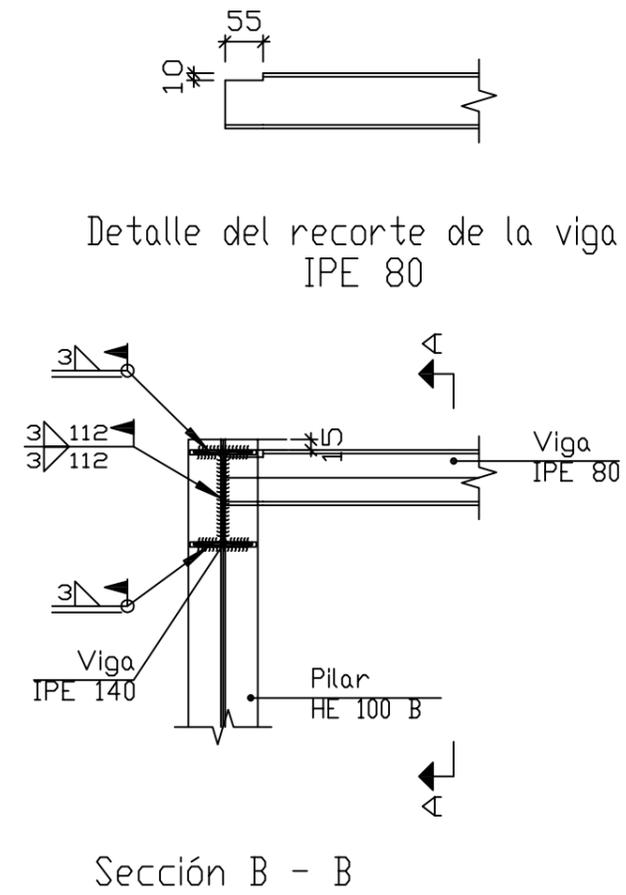
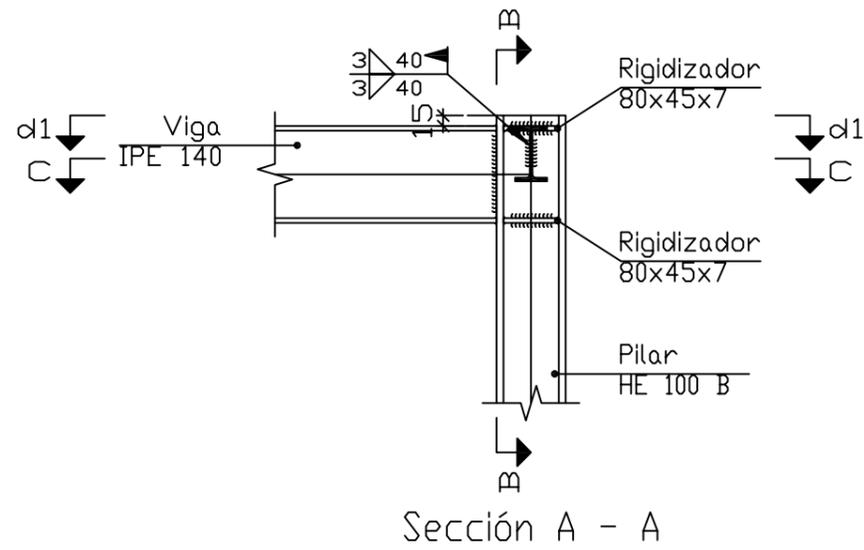


d1. Detalle de soldaduras: rigidizadores a Pilar inferior HE 120 B

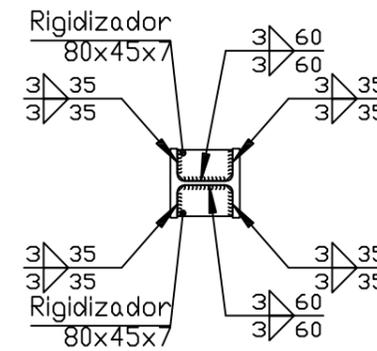


Sección C - C

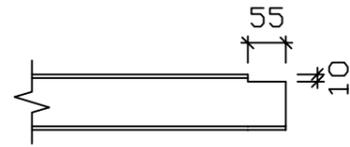
Tipo 4 - Forjado Bajo Cubierta P1 y P13



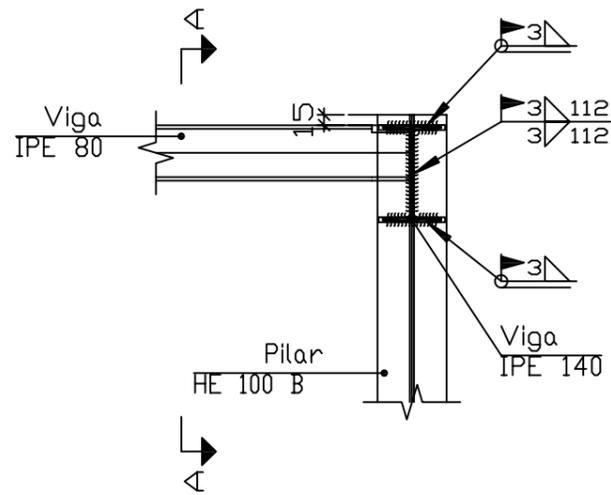
d1. Detalle de soldaduras: rigidizadores a Pilar HE 100 B



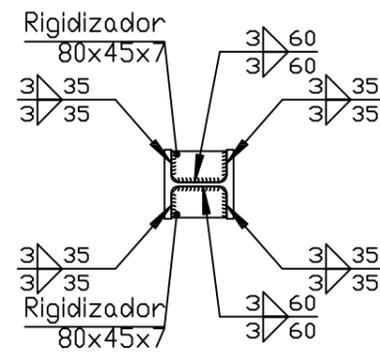
Tipo 5 - Forjado Bajo Cubierta P2 y P12



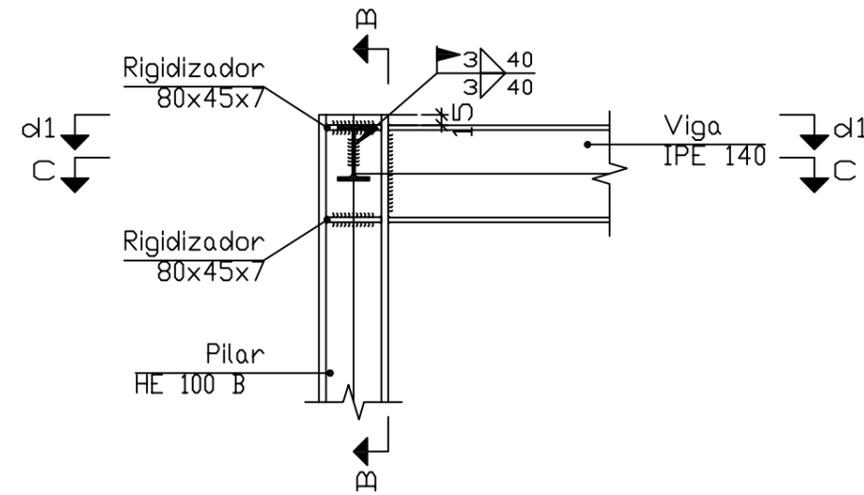
Detalle del recorte de la viga IPE 80



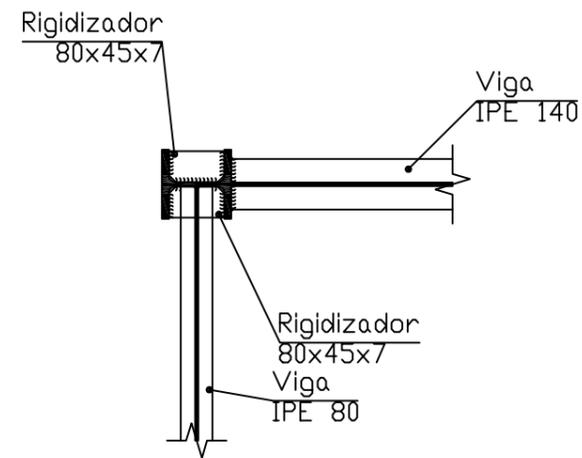
Sección B - B



d1. Detalle de soldaduras: rigidizadores a Pilar HE 100 B

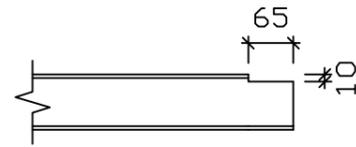


Sección A - A

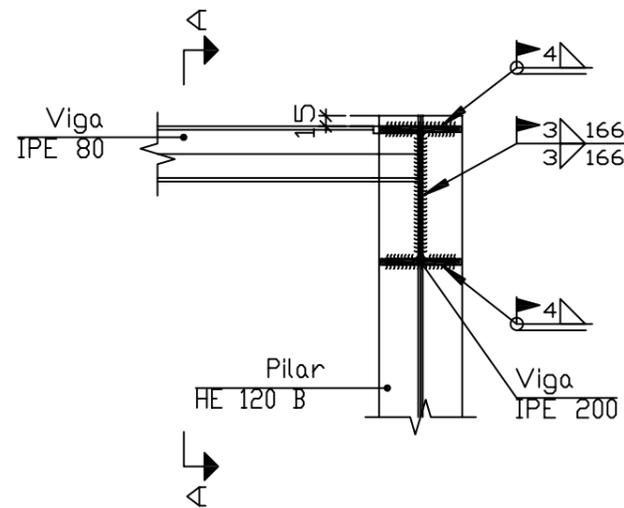


Sección C - C

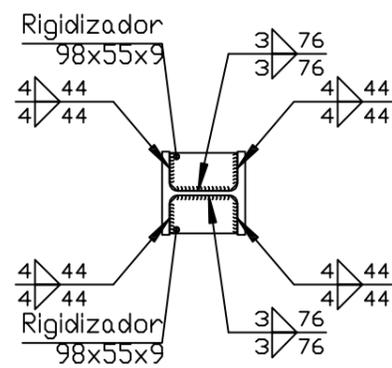
Tipo 6 - Forjado Bajo Cubierta P5 y P9



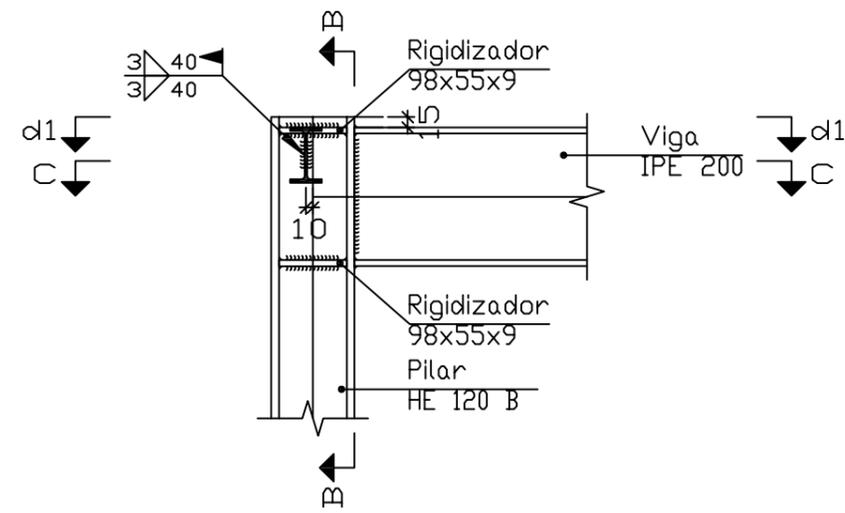
Detalle del recorte de la viga IPE 80



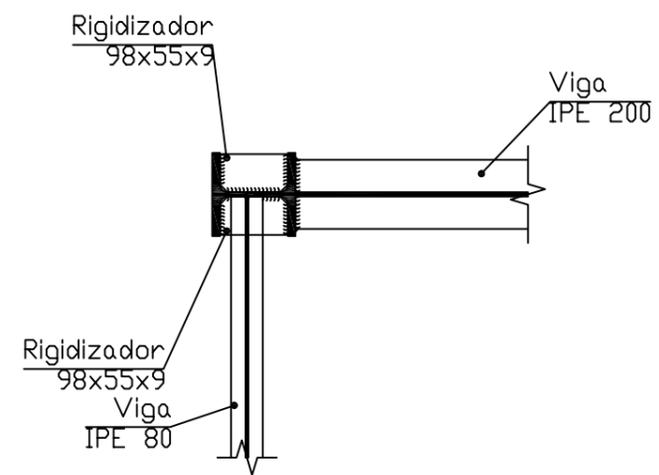
Sección B - B



d1. Detalle de soldaduras: rigidizadores a Pilar HE 120 B

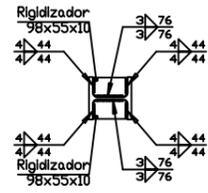


Sección A - A

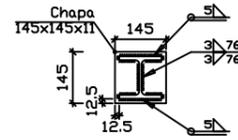


Sección C - C

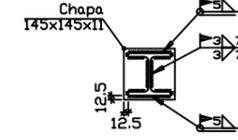
Tipo 7 - Forjado Sanitario P3 y P11



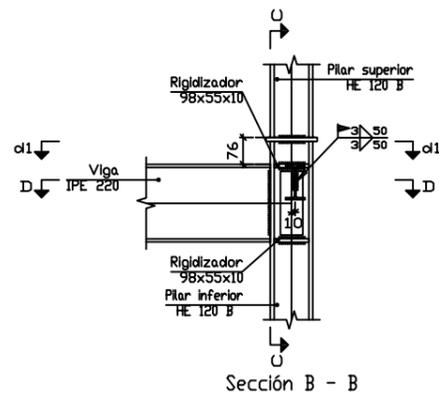
d1. Detalle de soldaduras: rigidizadores a Pilar inferior HE 120 B



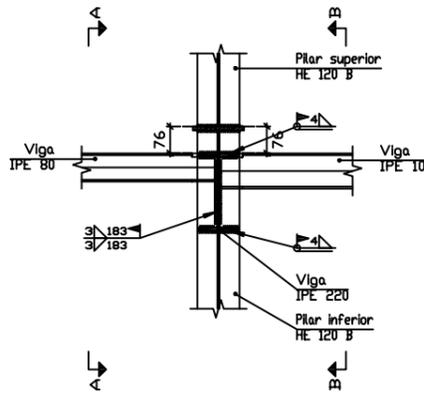
Detalle de soldaduras: Pilar inferior HE 120 B a chapa de transición



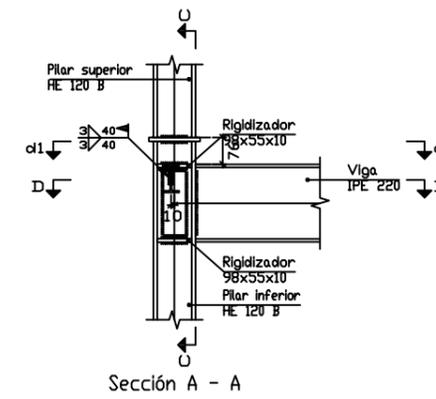
Detalle de soldaduras: Pilar superior HE 120 B a chapa de transición



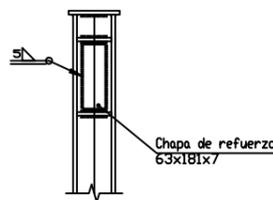
Sección B - B



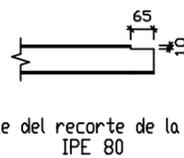
Sección C - C



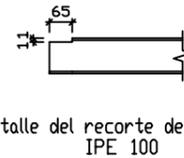
Sección A - A



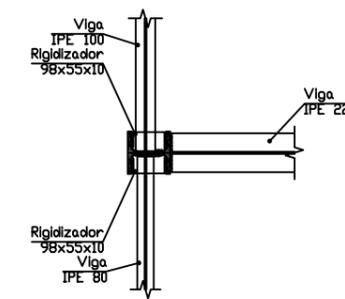
Detalle de soldaduras: chapa de refuerzo a Pilar inferior HE 120 B



Detalle del recorte de la viga IPE 80

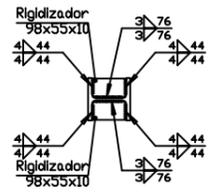


Detalle del recorte de la viga IPE 100

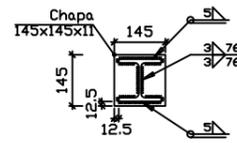


Sección D - D

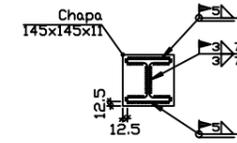
Tipo 8 - Forjado Sanitario P6 y P8



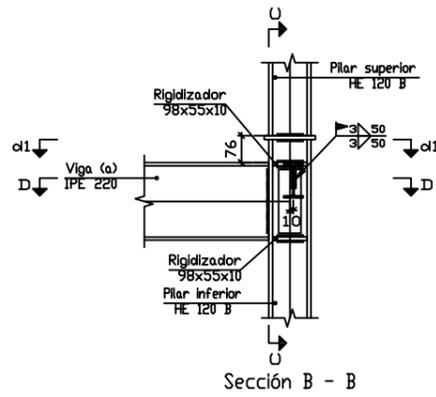
d1. Detalle de soldaduras: rigidizadores a Pilar inferior HE 120 B



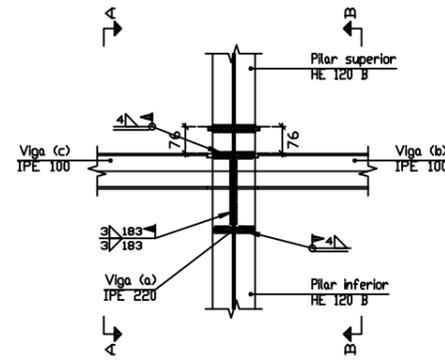
Detalle de soldaduras: Pilar inferior HE 120 B a chapa de transición



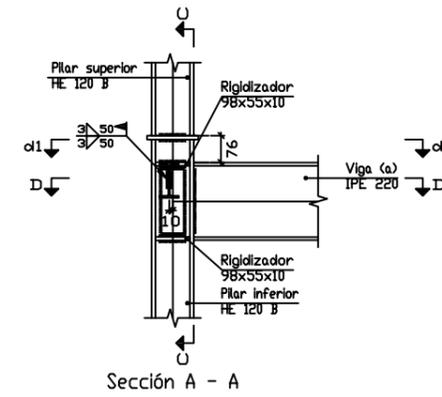
Detalle de soldaduras: Pilar superior HE 120 B a chapa de transición



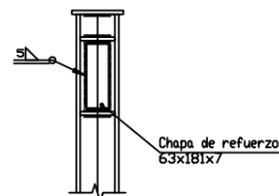
Sección B - B



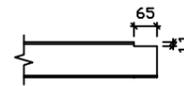
Sección C - C



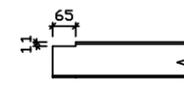
Sección A - A



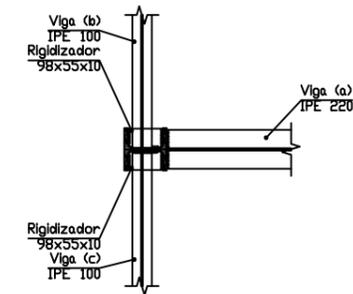
Detalle de soldaduras: chapa de refuerzo a Pilar inferior HE 120 B



Detalle del recorte de la viga (c) IPE 100

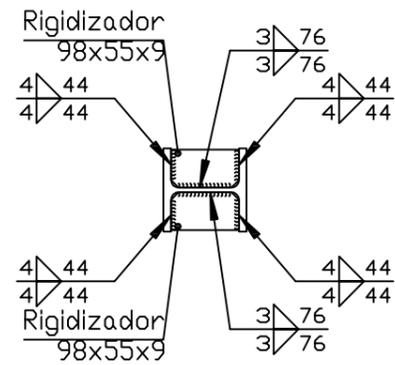
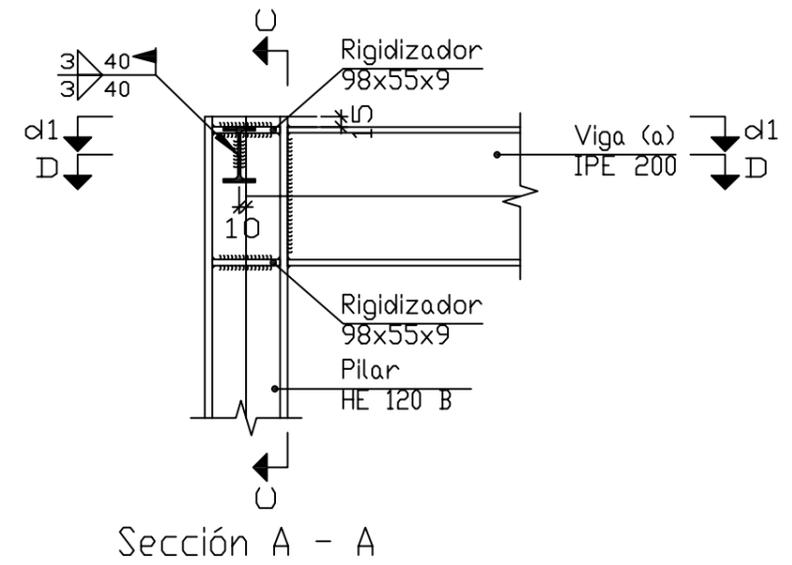
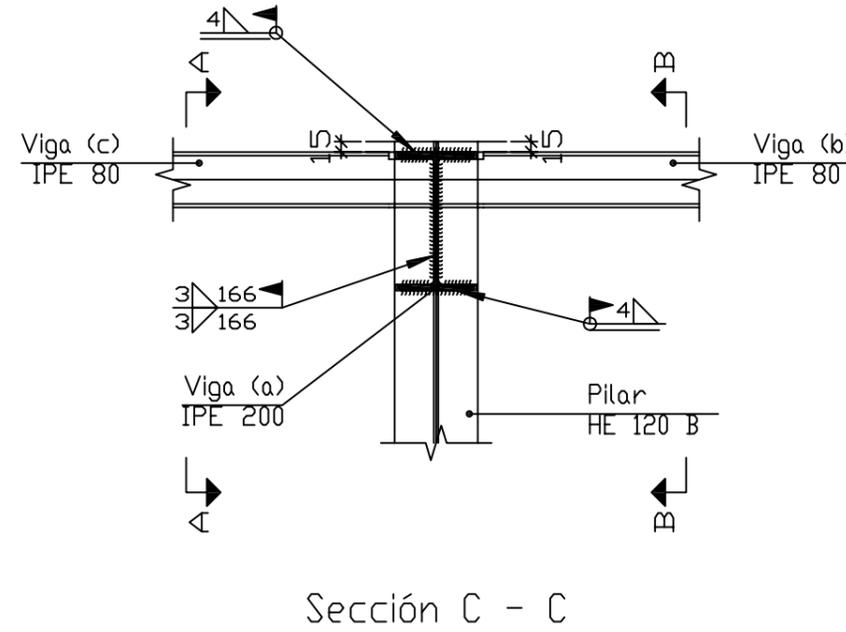
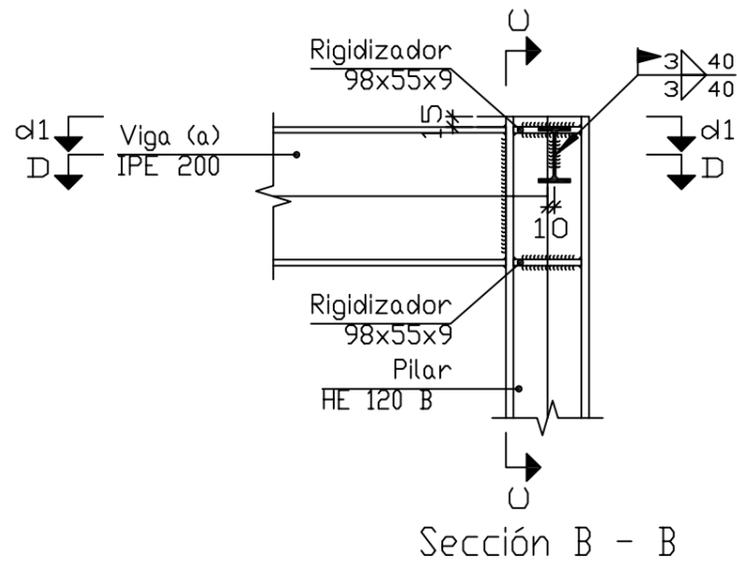


Detalle del recorte de la viga (b) IPE 100

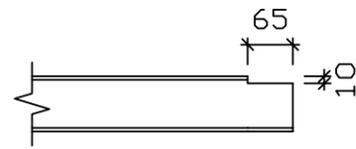


Sección D - D

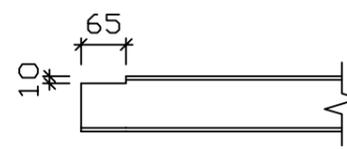
Tipo 9 - Forjado Bajo Cubierta P3 y P11



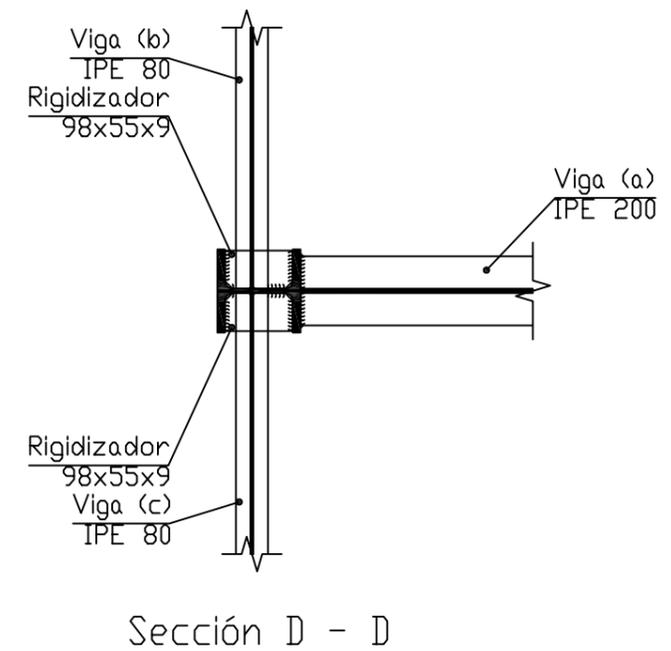
d1. Detalle de soldaduras: rigidizadores a Pilar HE 120 B



Detalle del recorte de la viga (c) IPE 80



Detalle del recorte de la viga (b) IPE 80



Escala
1/10

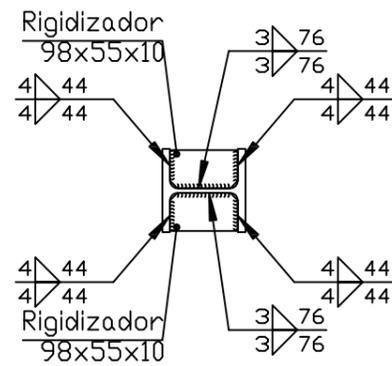
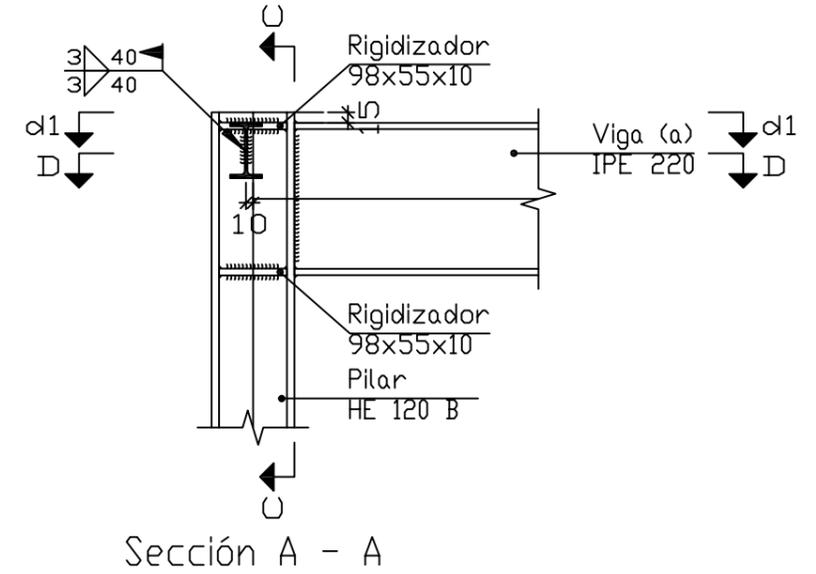
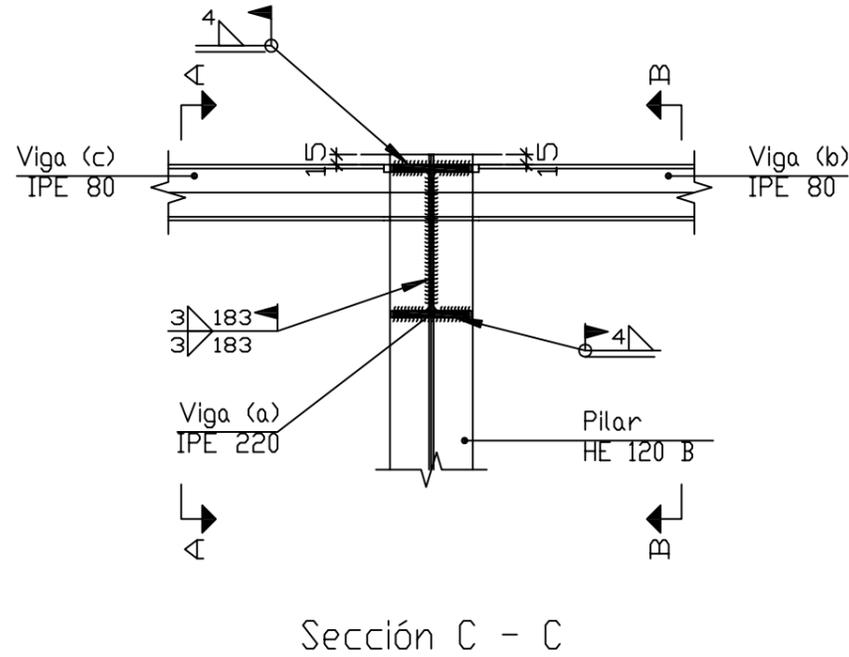
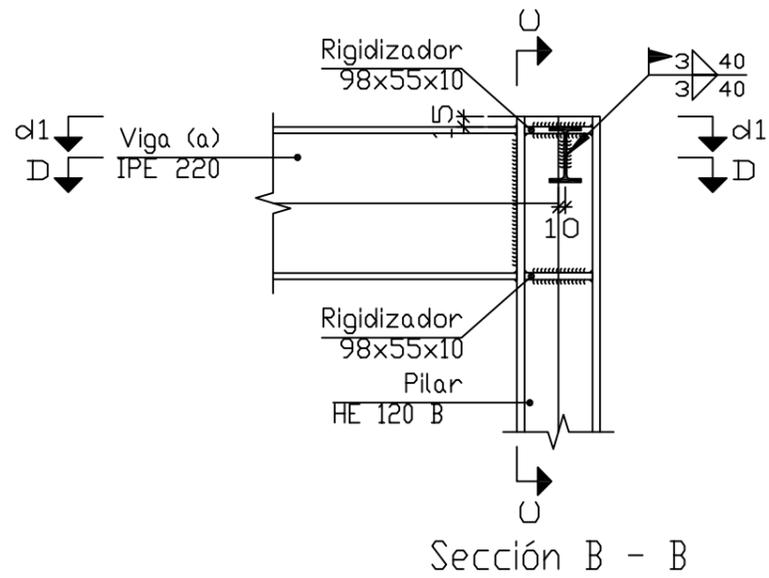
Detalles unión soldada Tipo 9

Autor: Santi Bellmunt Conde

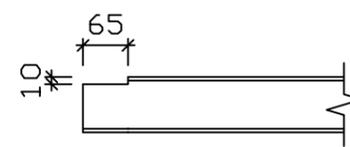
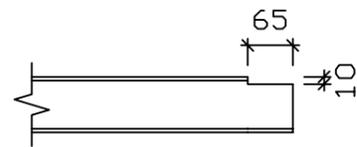
PFG - Análisis comparativo de tipologías estructurales basadas en el prototipo eBRICKhouse

Anexo 2 - Detalles estructura de acero

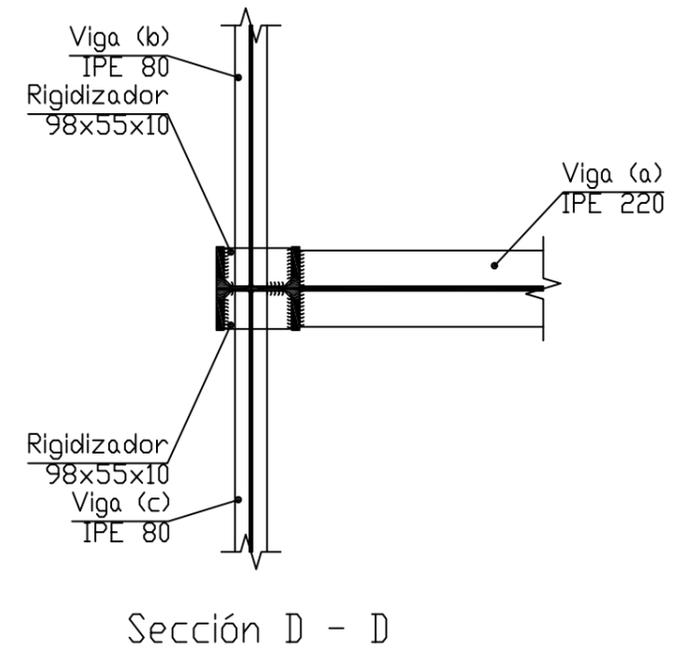
Tipo 10 Forjado Bajo Cubierta P6 y P8



d1. Detalle de soldaduras: rigidizadores a Pilar HE 120 B



Detalle del recorte de la viga (c) IPE 80 Detalle del recorte de la viga (b) IPE 80



Escala
1/10

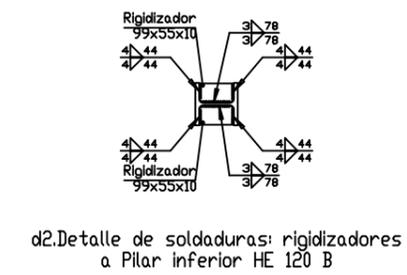
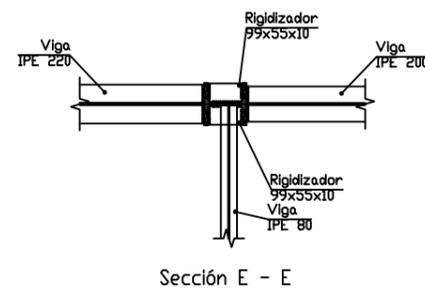
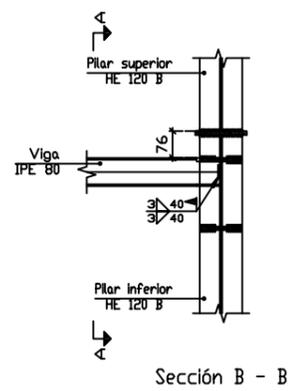
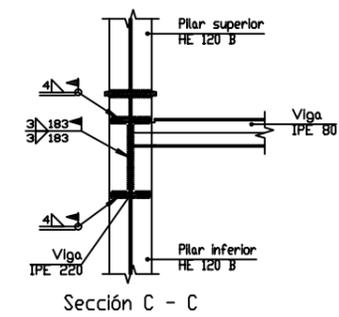
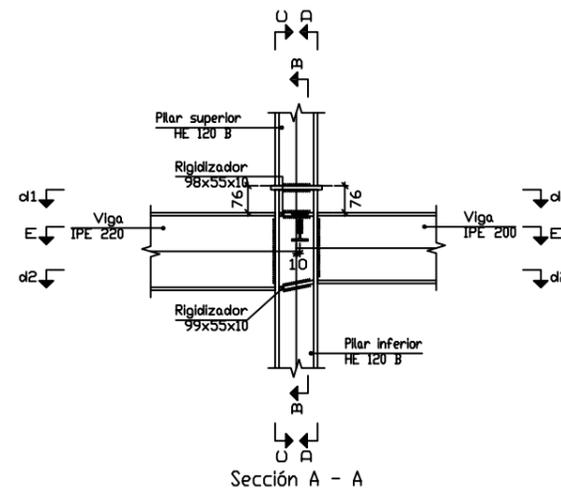
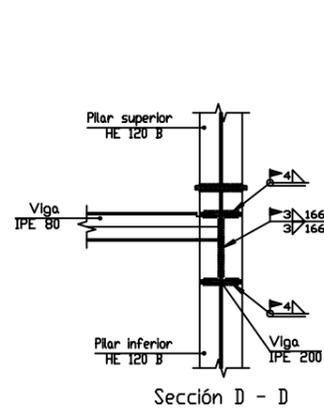
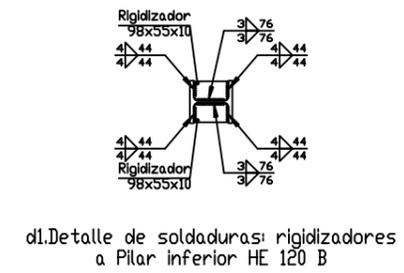
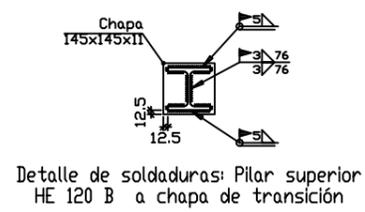
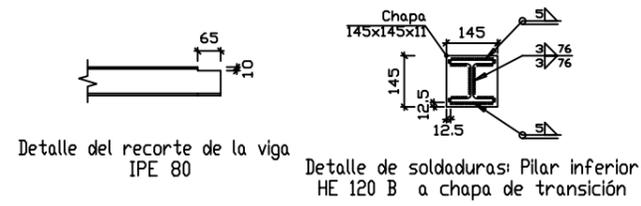
Detalles unión soldada Tipo 10

Autor: Santi Bellmunt Conde

PFG - Análisis comparativo de tipologías estructurales basadas en el prototipo éBRICKhouse

Anexo 2 - Detalles estructura de acero

Tipo 11 - Forjado Sanitario P4 y P10



Escala
1/20

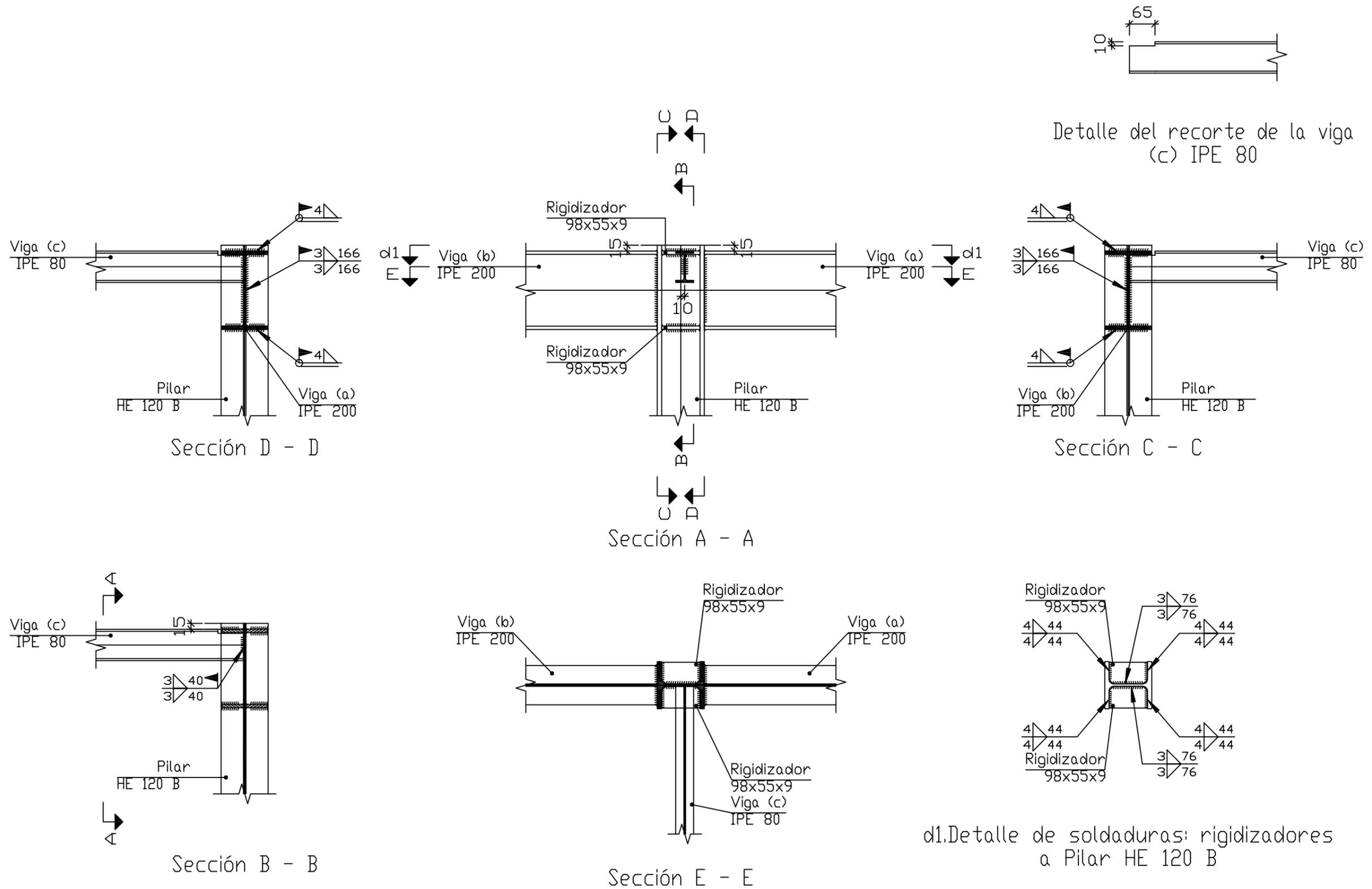
Detalles unión soldada Tipo 3

Autor: Santi Bellmunt Conde

PFG - Análisis comparativo de tipologías estructurales basadas en el prototipo eBRICKhouse

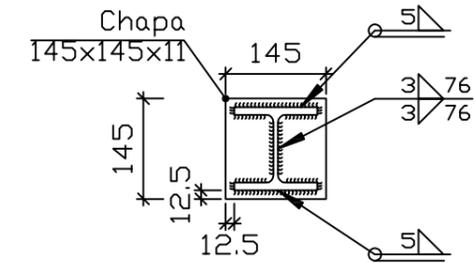
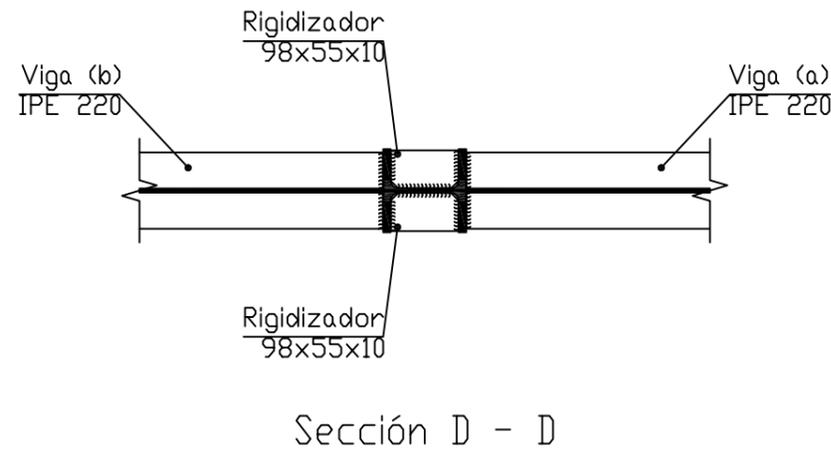
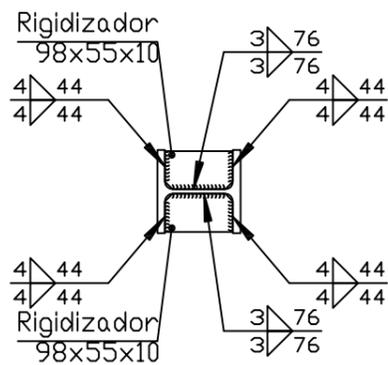
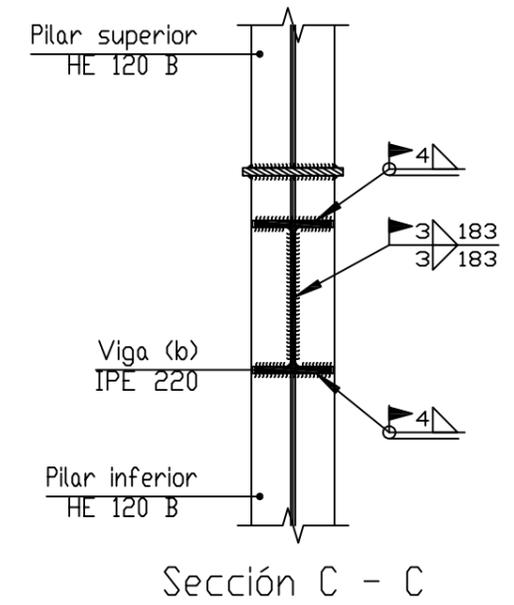
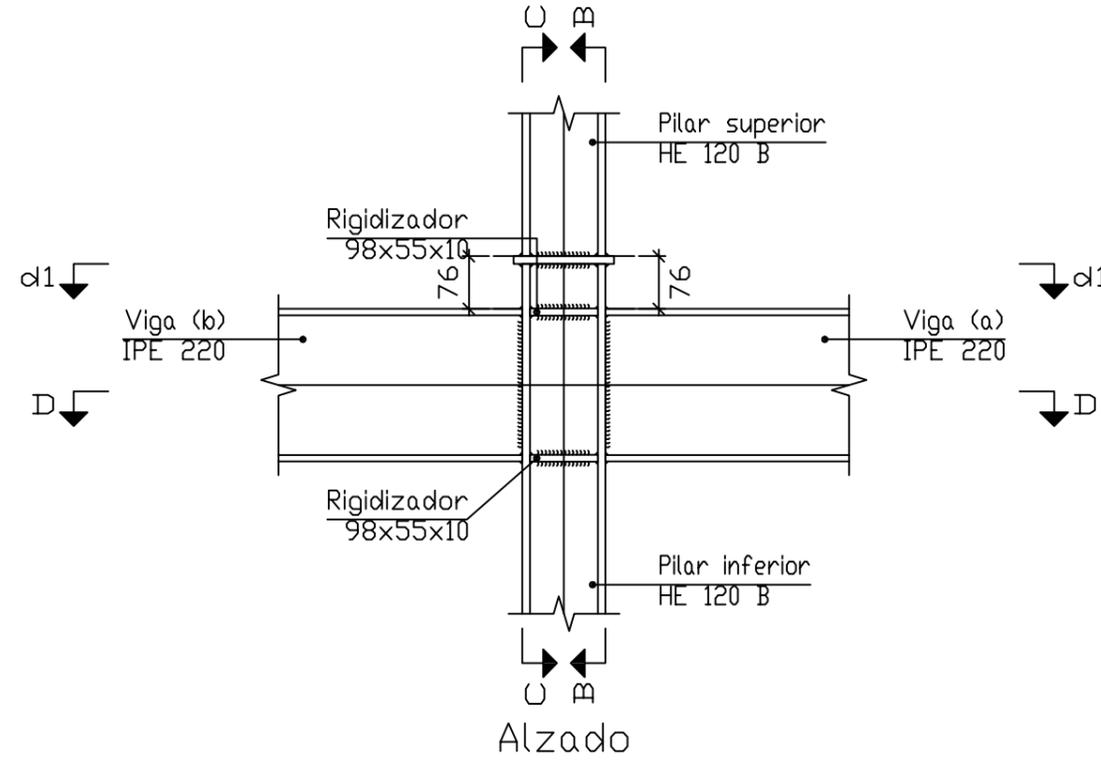
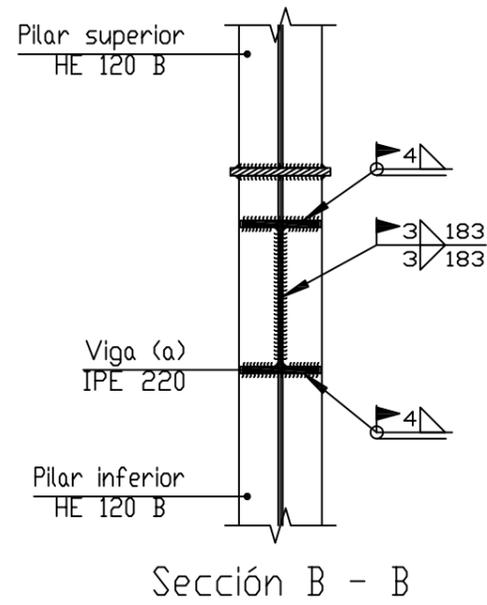
Anexo 2 - Detalles estructura de hormigón armado

Tipo 12 - Forjado Bajo Cubierta P4 y P10

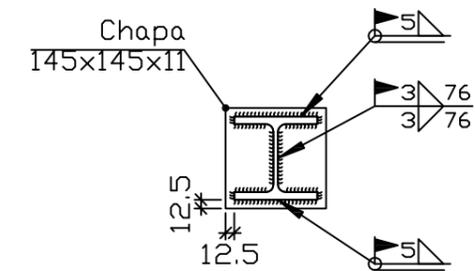


Escala	1/10
Detalles unión soldada Tipo 12	Autor: Santi Bellmunt Conde
PFG - Análisis comparativo de tipologías estructurales basadas en el prototipo éBRICKhouse	Anexo 2 - Detalles estructura de acero

Tipo 13 - Forjado Sanitario P7



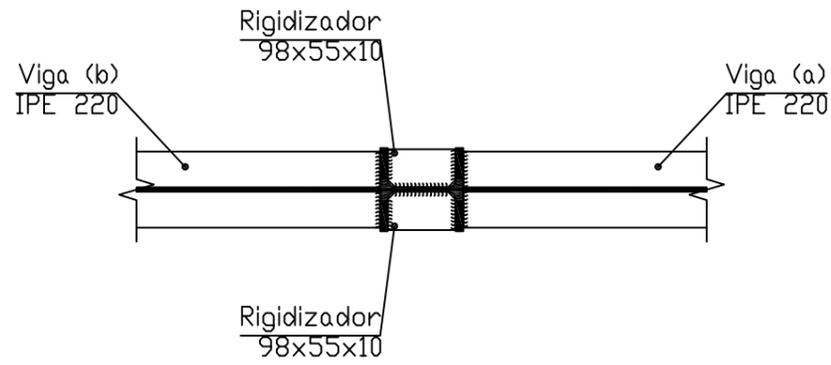
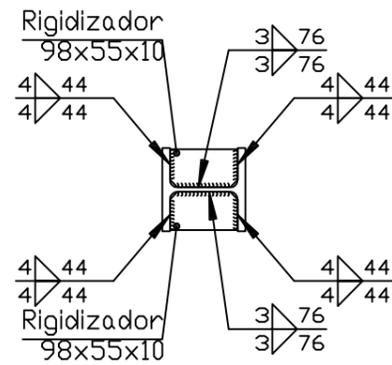
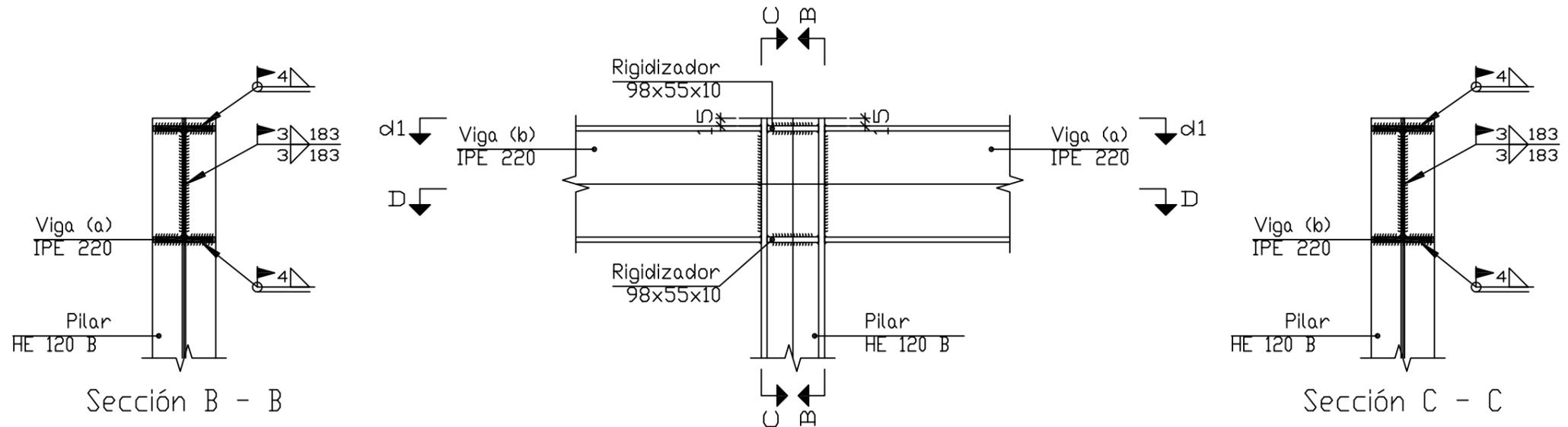
Detalle de soldaduras: Pilar inferior HE 120 B a chapa de transición



Detalle de soldaduras: Pilar superior HE 120 B a chapa de transición

d1. Detalle de soldaduras: rigidizadores a Pilar inferior HE 120 B

Tipo 14 - Forjado Bajo Cubierta P7



d1. Detalle de soldaduras: rigidizadores a Pilar HE 120 B

Escala
1/10

Detalles unión soldada Tipo 14

Autor: Santi Bellmunt Conde

PFG - Análisis comparativo de tipologías estructurales basadas en el prototipo eBRICKhouse

Anexo 2 - Detalles estructura de acero

ANEXO 3 – DETALLES ESTRUCTURA STEEL-FRAME

Plano 1 = Anclaje a cimentación y entre muros

Plano 2 = Forjado 1 y 2

Plano 3 = Muros fachada sur

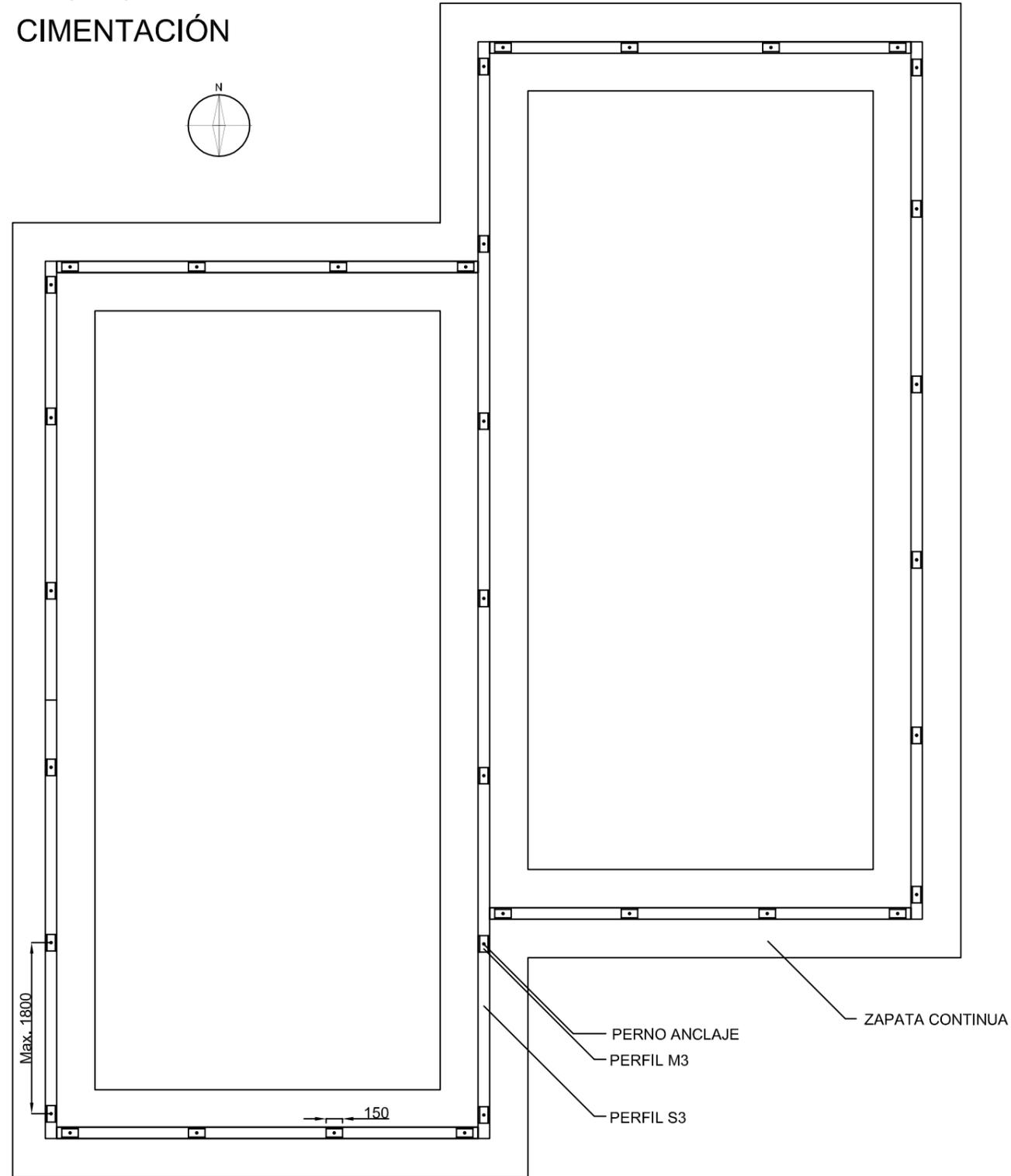
Plano 4 = Muros fachada norte

Plano 5 = Muro fachada oeste

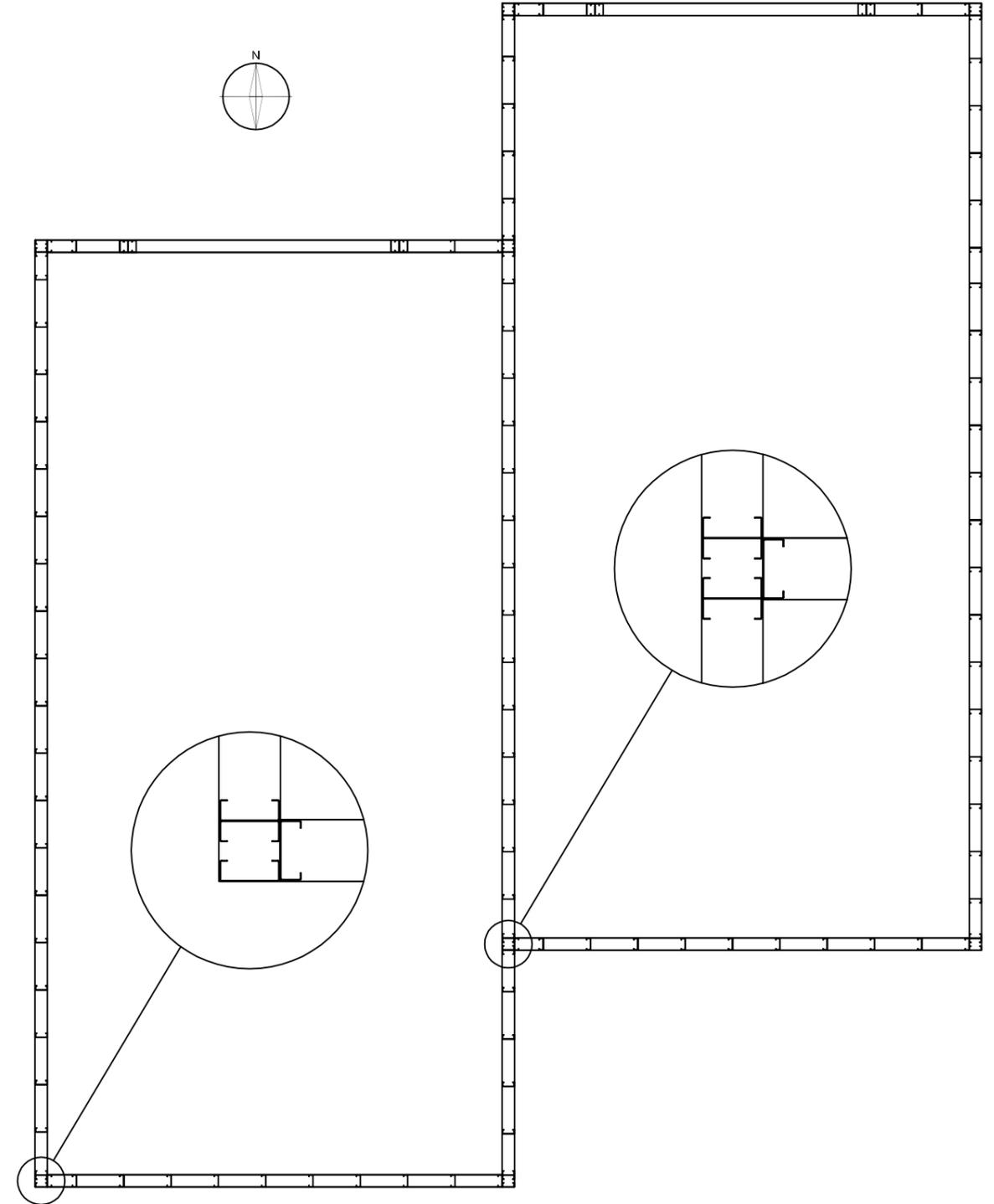
Plano 6 = Muro fachada este

Plano 7 = Muro intermedio

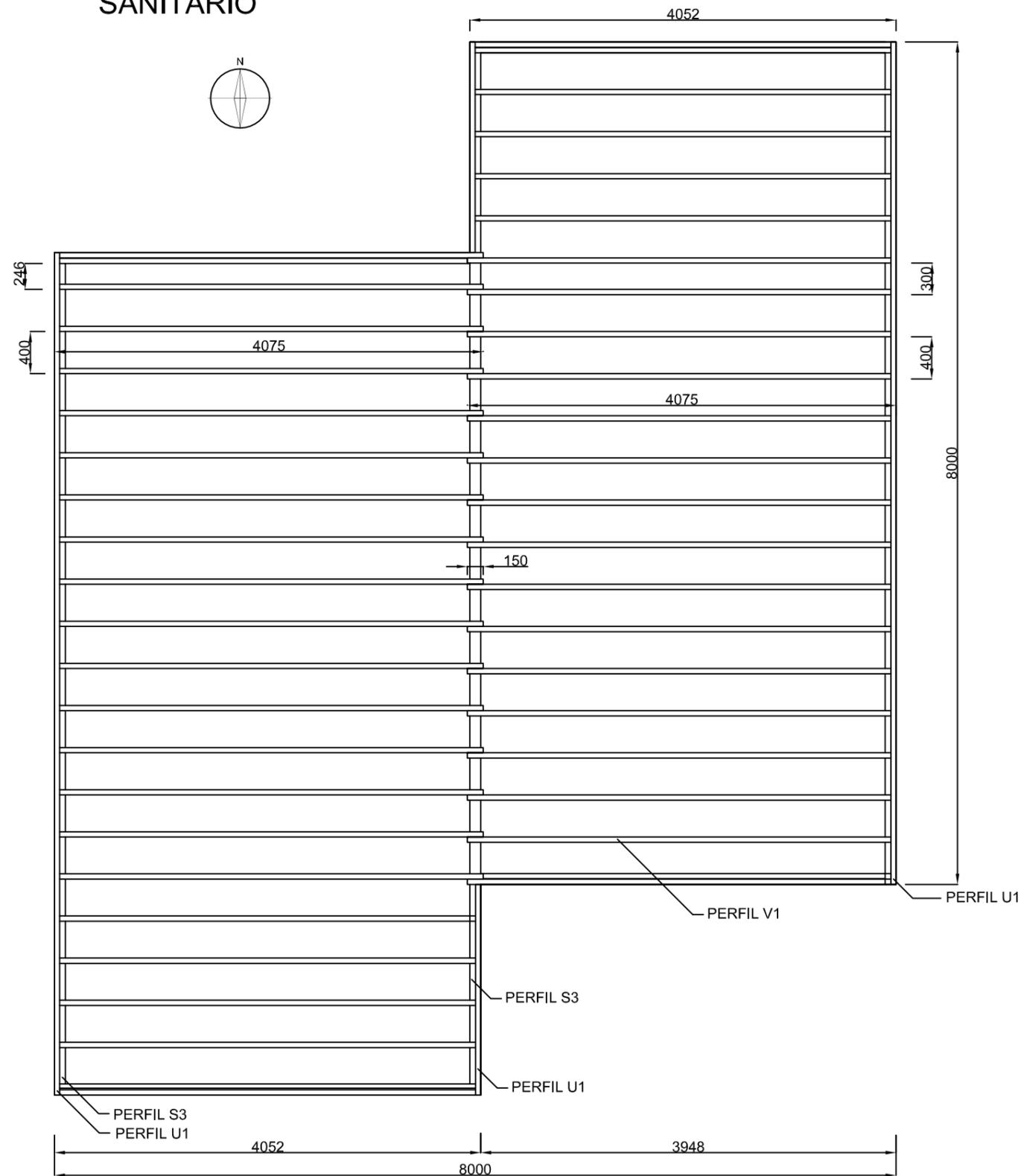
ANCLAJE A CIMENTACIÓN



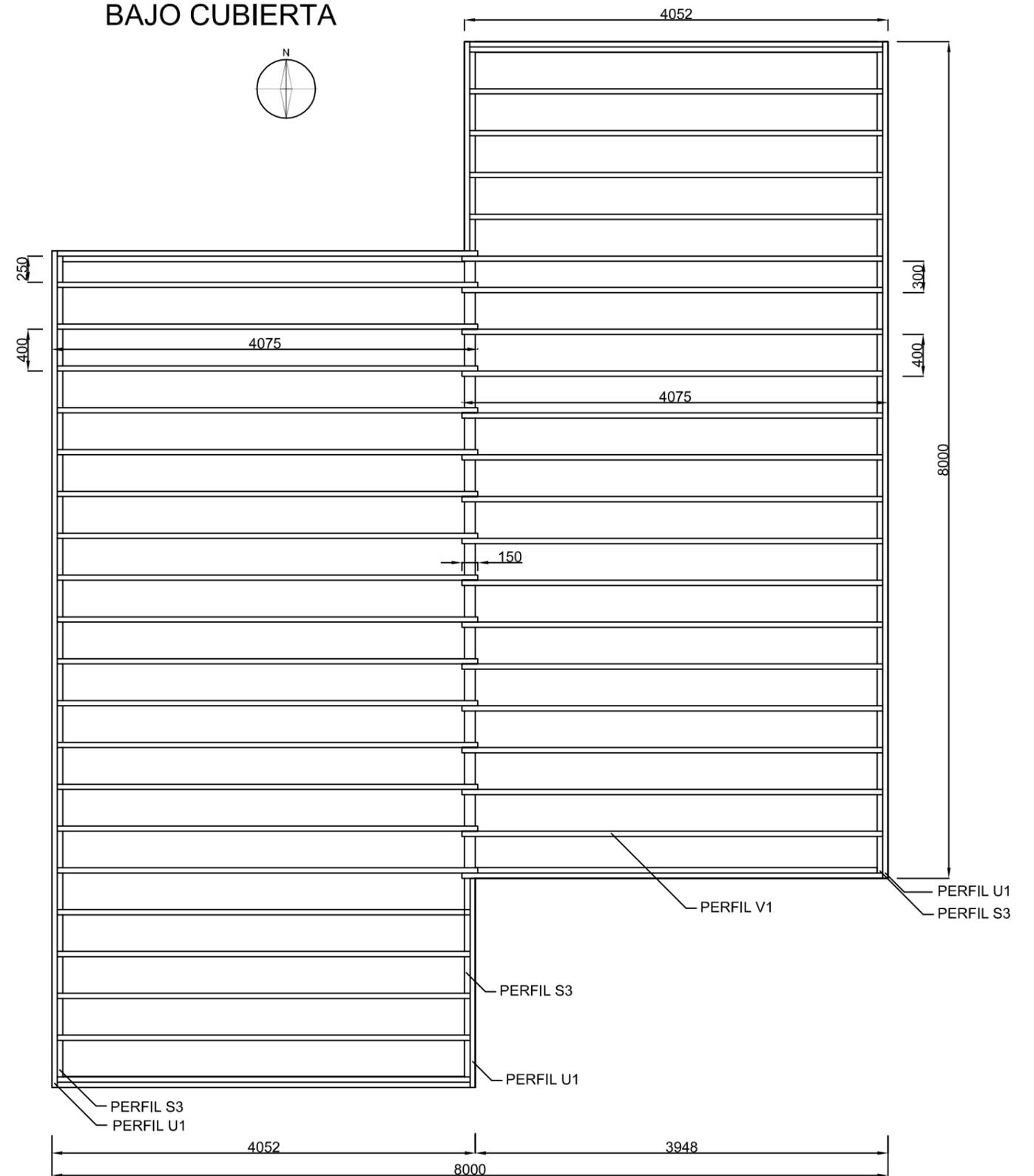
ANCLAJE ENTRE MUROS



FORJADO SANITARIO



FORJADO BAJO CUBIERTA



PFG - Análisis comparativo de tipologías estructurales basadas en el prototipo éBRICKhouse

Forjados 1 y 2

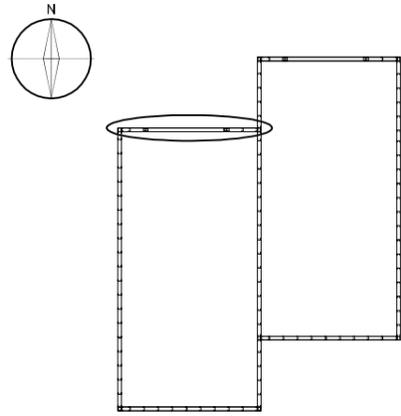
Escala

Anexo 3 - Detalles estructura de Steel-Frame

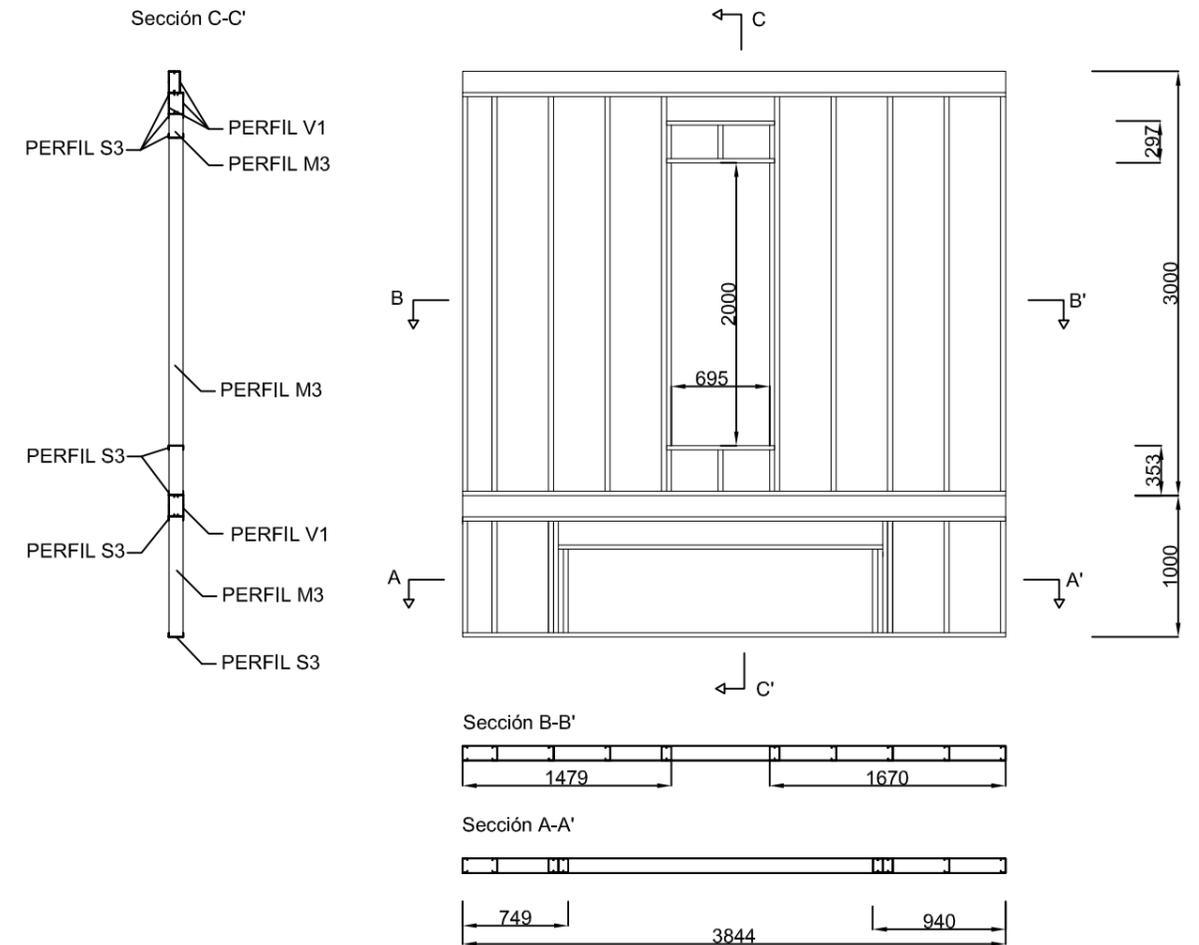
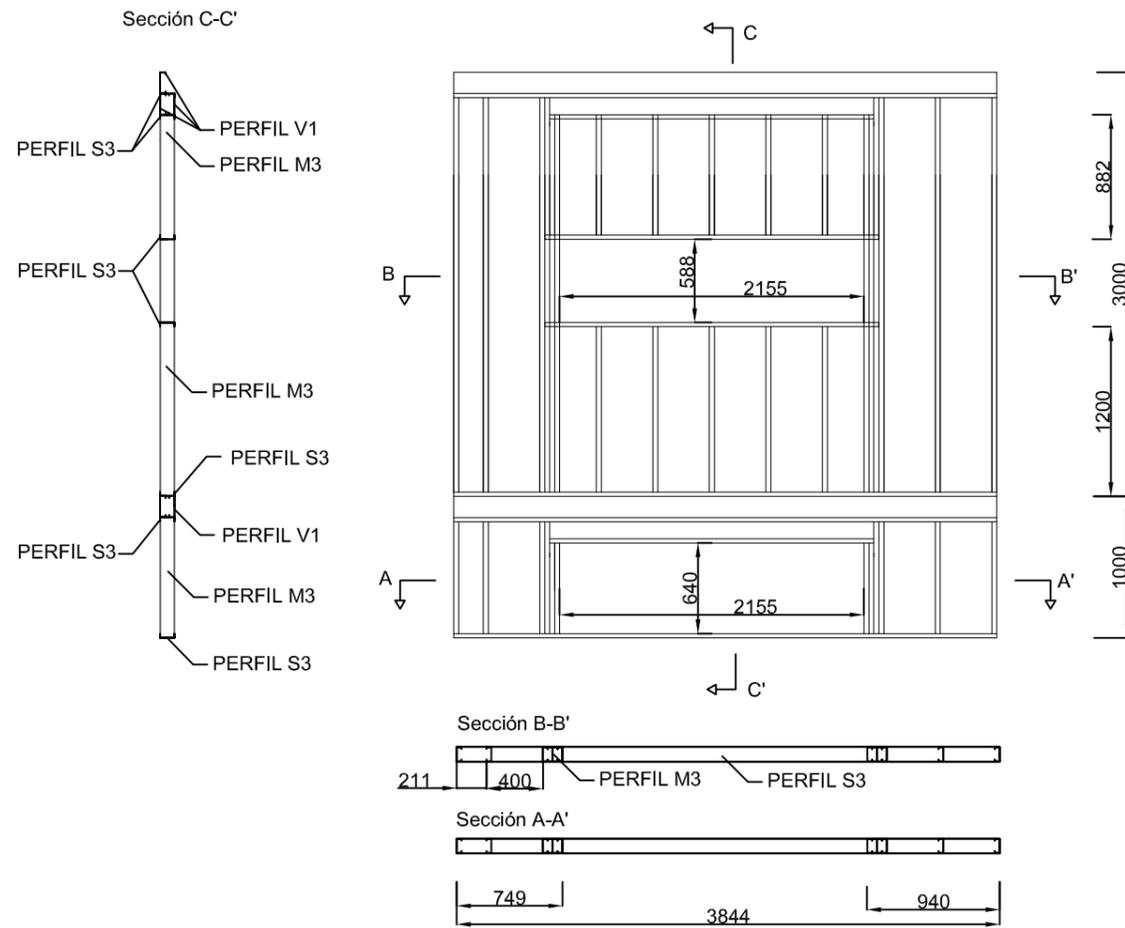
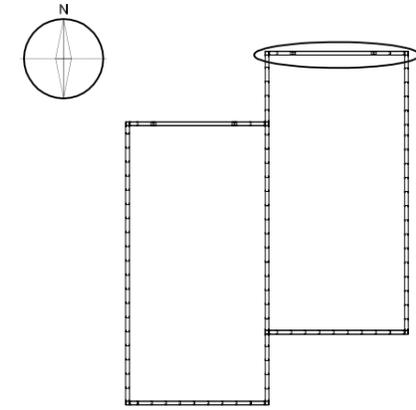
Autor: Santi Bellmunt Conde

1/50

MURO FACHADA NORTE 1



MURO FACHADA NORTE 2



PFG - Análisis comparativo de tipologías estructurales basadas en el prototipo éBRICKhouse

Muros fachada norte

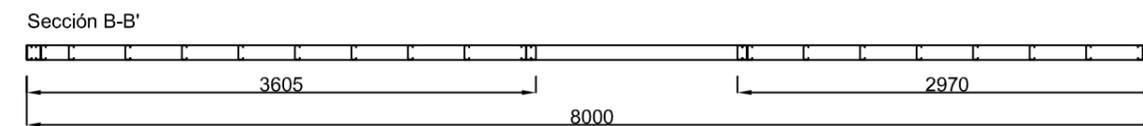
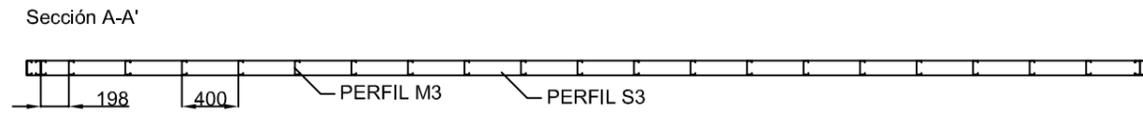
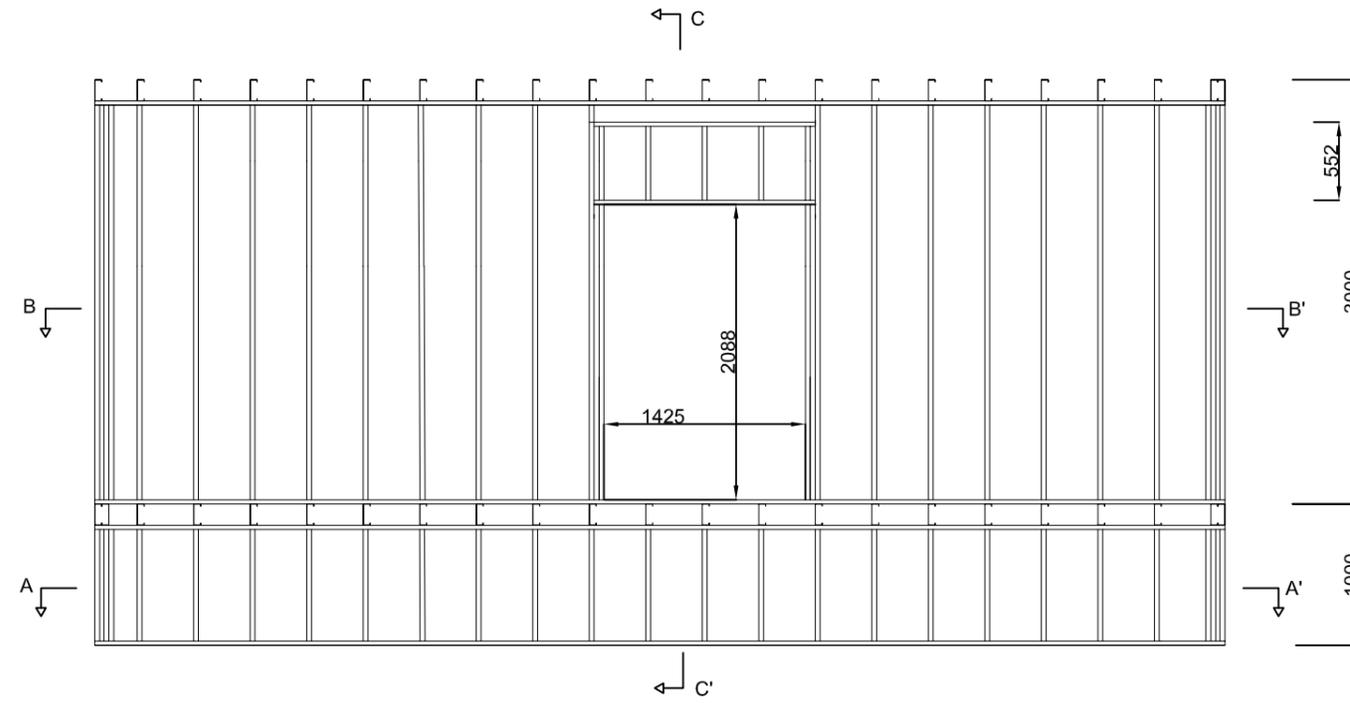
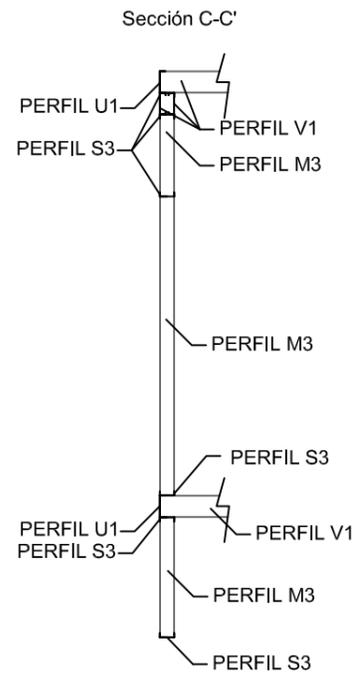
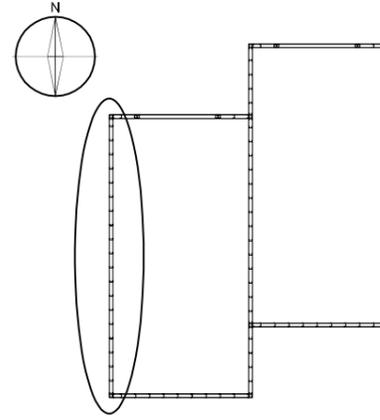
Escala

Anexo 3 - Detalles estructura de Steel-Frame

Autor: Santi Bellmunt Conde

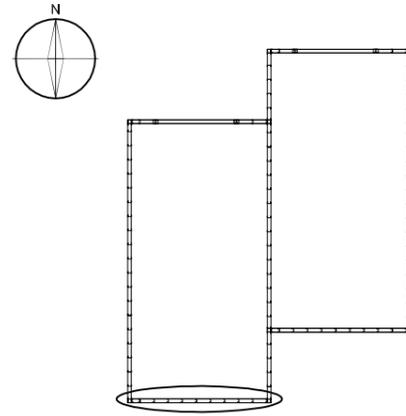
1/50

MURO
FACHADA
OESTE

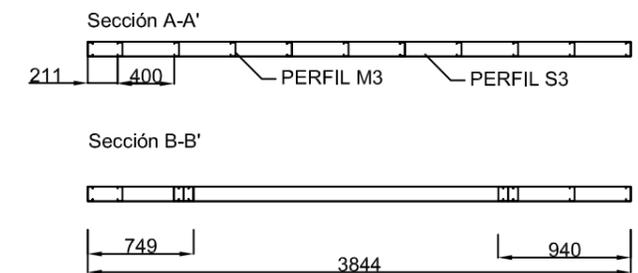
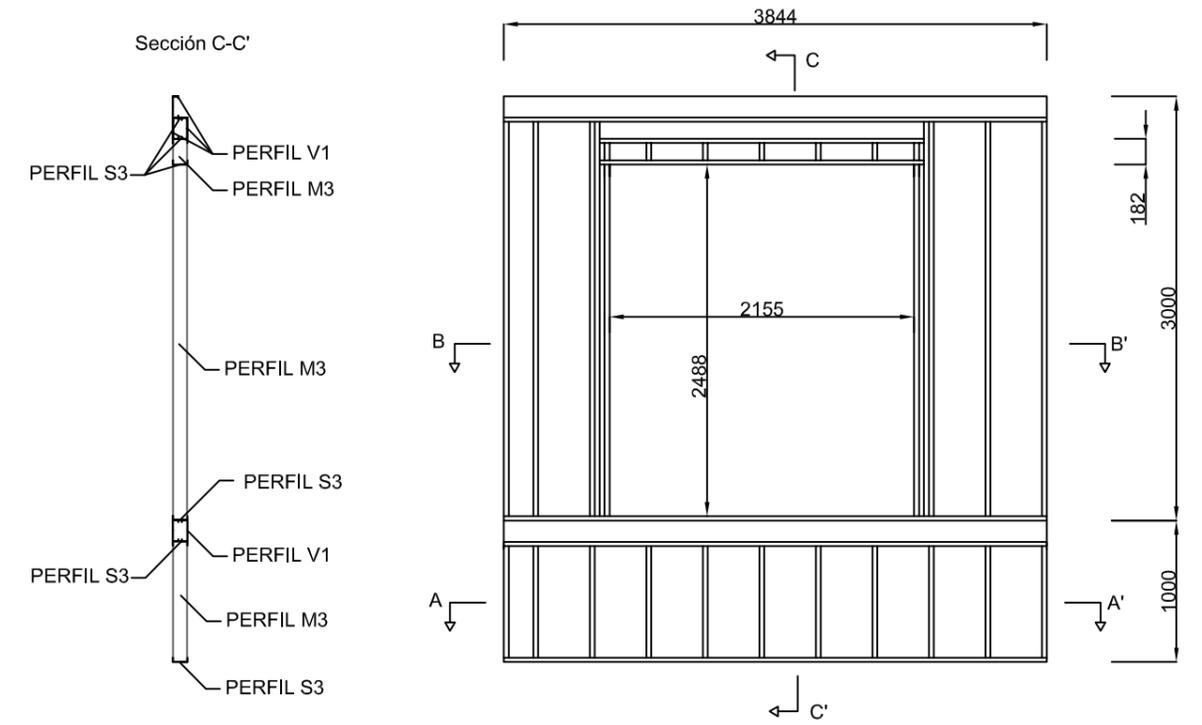
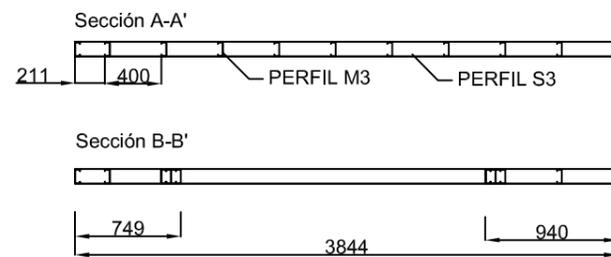
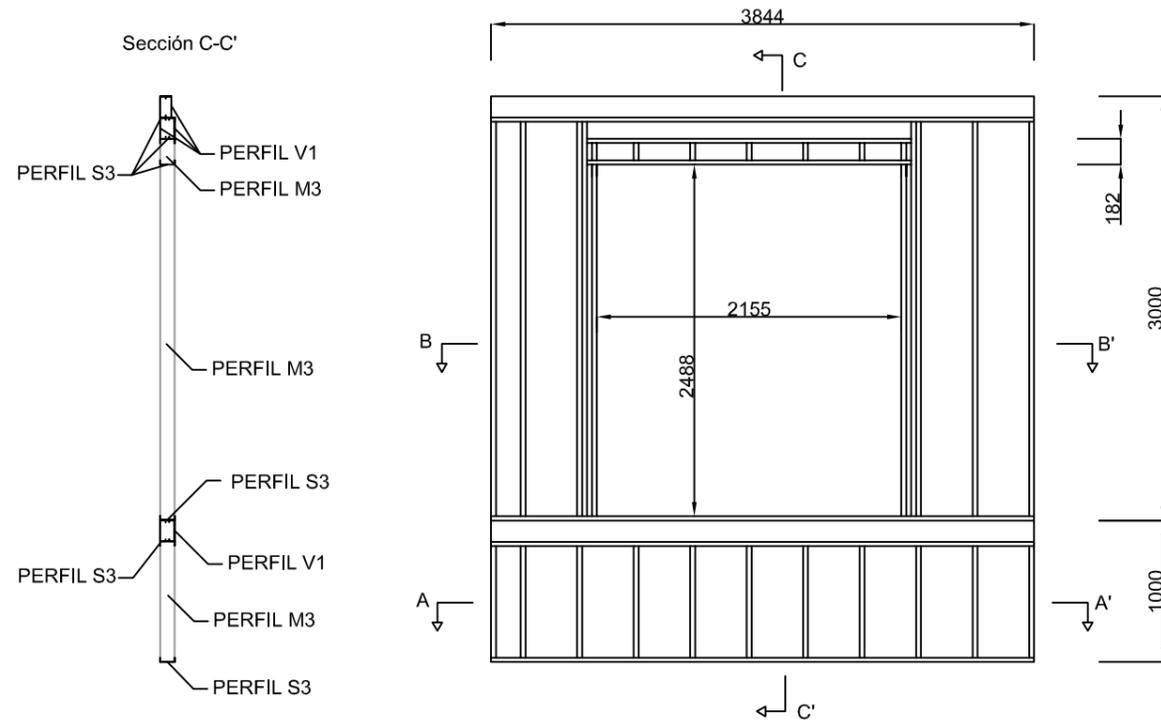
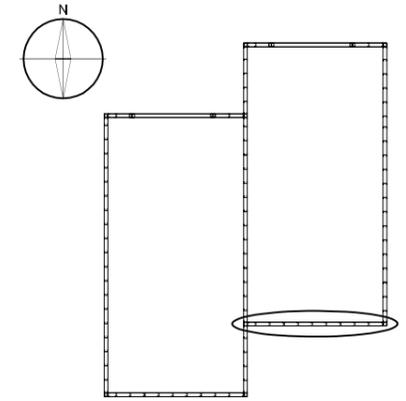


<p>PFG - Análisis comparativo de tipologías estructurales basadas en el prototipo éBRICKhouse</p>	<p>Muros fachada oeste</p>	<p>Escala</p>
<p>Anexo 3 - Detalles estructura de Steel-Frame</p>	<p>Autor: Santi Bellmunt Conde</p>	<p>1/50</p>

MURO FACHADA SUR 1

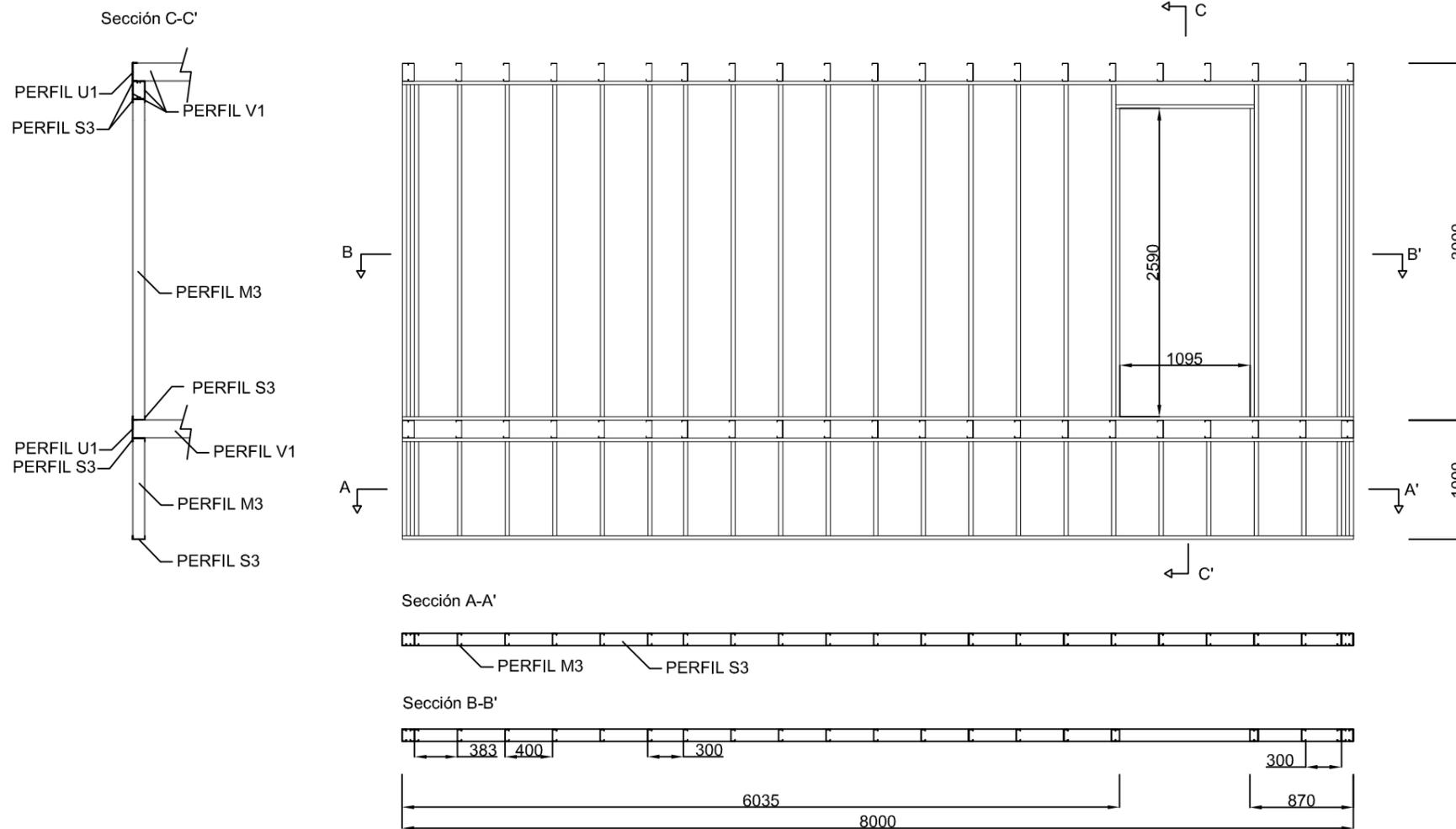
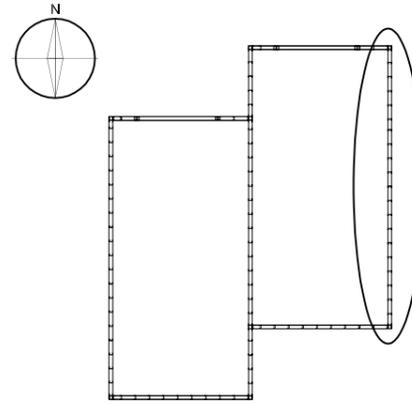


MURO FACHADA SUR 2



<p>PFG - Análisis comparativo de tipologías estructurales basadas en el prototipo éBRICKhouse</p>	<p>Muros fachada sur</p>	<p>Escala</p>
<p>Anexo 3 - Detalles estructura de Steel-Frame</p>	<p>Autor: Santi Bellmunt Conde</p>	<p>1/50</p>

MURO
FACHADA
ESTE



PFG - Análisis comparativo de tipologías estructurales basadas en el prototipo éBRICKhouse

Muros fachada este

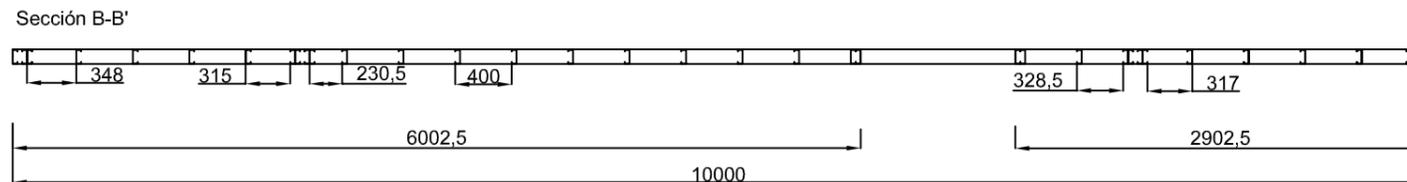
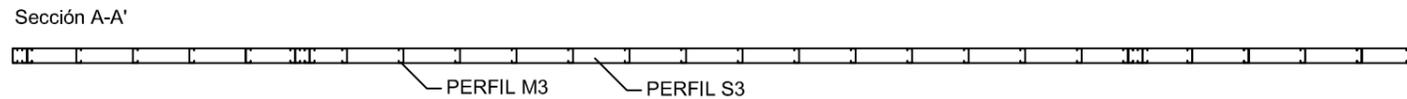
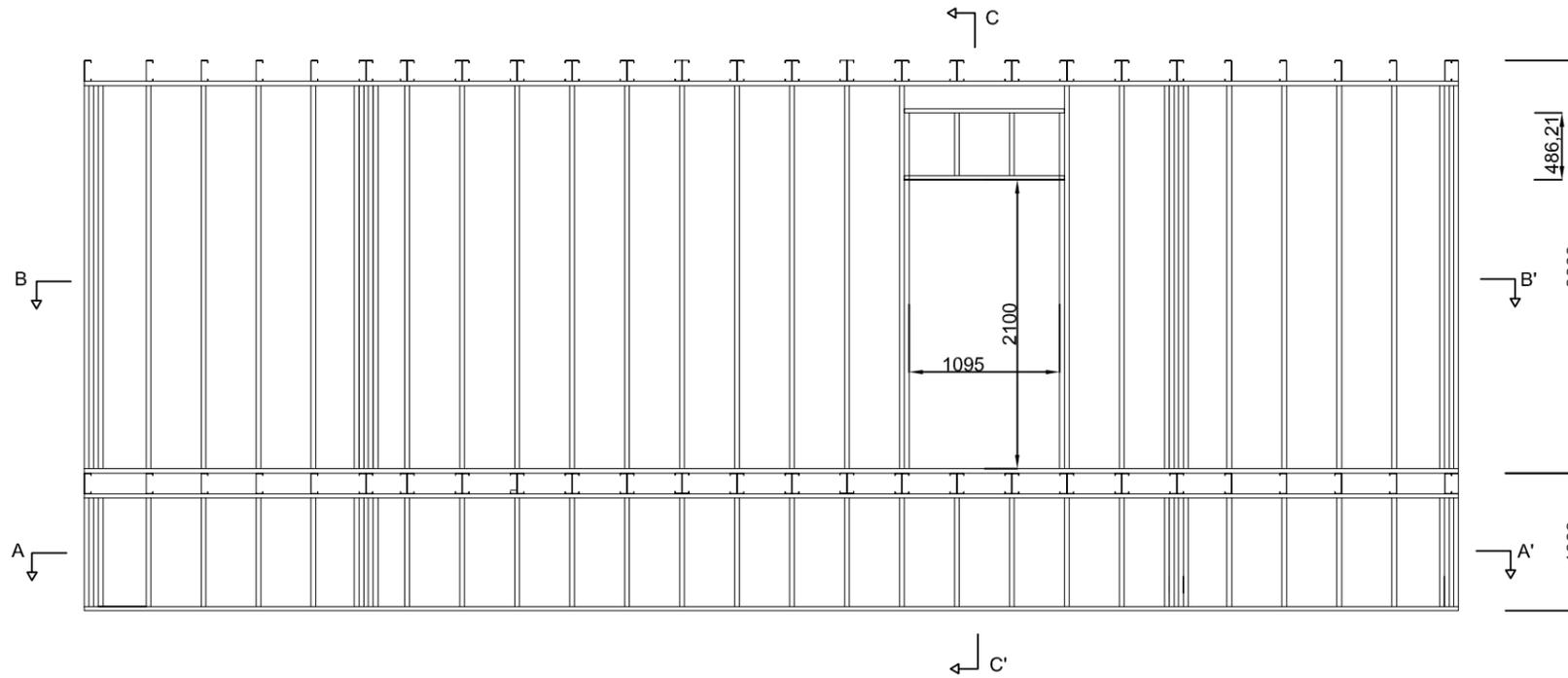
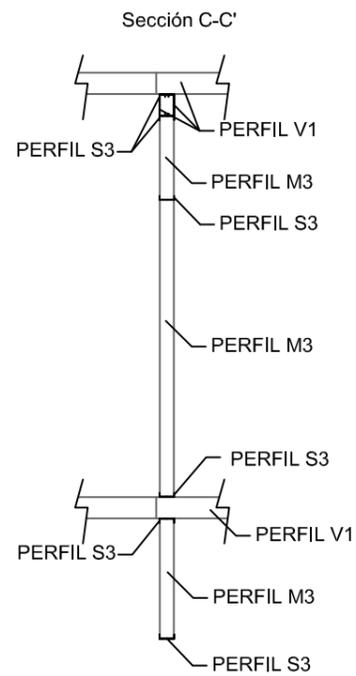
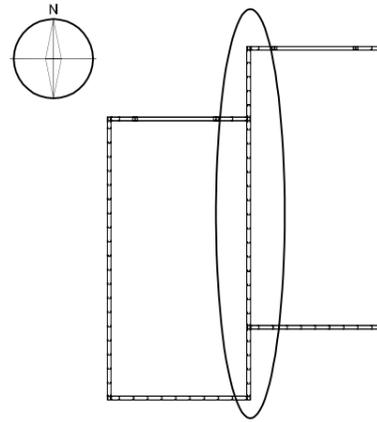
Escala

Anexo 3 - Detalles estructura de Steel-Frame

Autor: Santi Bellmunt Conde

1/50

MURO INTERMEDIO

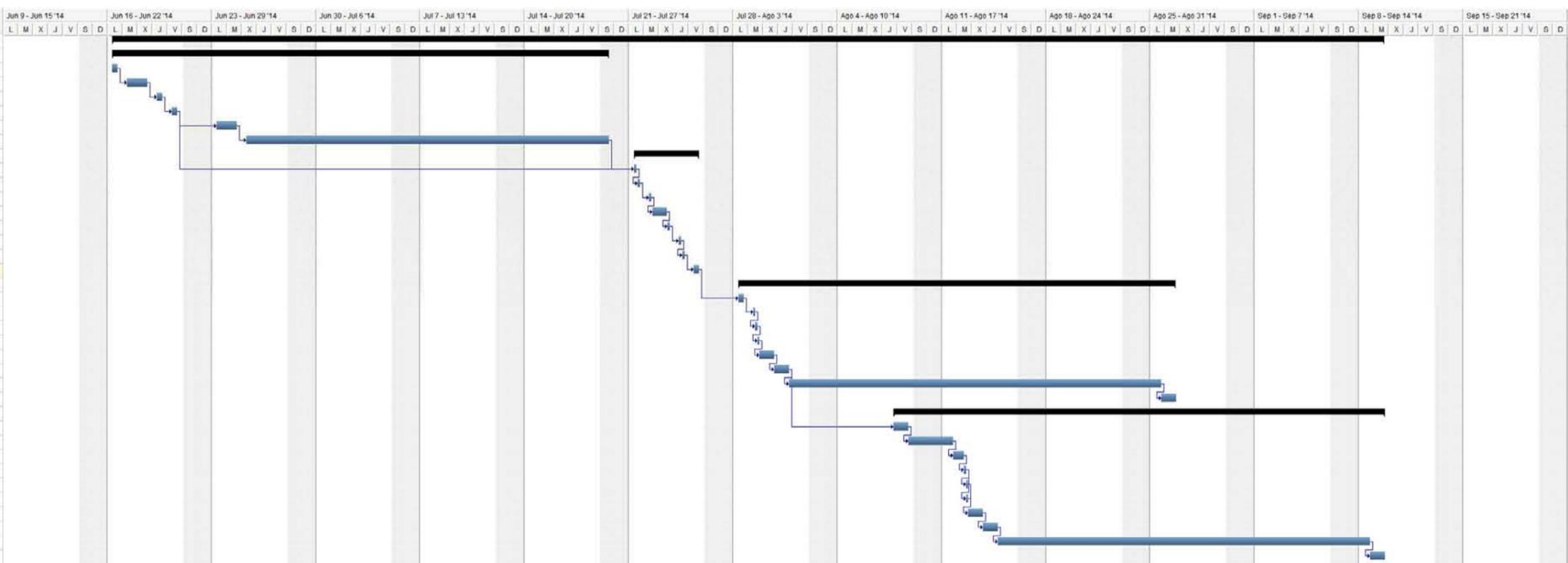


<p>PFG - Análisis comparativo de tipologías estructurales basadas en el prototipo éBRICKhouse</p>	<p>Muro intermedio</p>	<p>Escala</p>
<p>Anexo 3 - Detalles estructura de Steel-Frame</p>	<p>Autor: Santi Bellmunt Conde</p>	<p>1/50</p>

**ANEXO 4 – PROGRAMACIÓN ESTRUCTURA DE HORMIGÓN
ARMADO**

ANEXO 5 – PROGRAMACIÓN ESTRUCTURA DE ACERO

	Nombre	Duración	Inicio	Fin	Predecesoras	Recursos
1	ESTRUCTURA DE ACERO	61.86d?	16/06/2014	09/09/2014		
2	CMENTACION	25d?	16/06/2014	19/07/2014		
3	Regularización del terreno	1d	16/06/2014	16/06/2014		
4	Excavación	2d?	17/06/2014	18/06/2014	3	
5	Colocación de armaduras de zapatas	1d?	19/06/2014	19/06/2014	4	
6	Colocación de pernos	1d?	20/06/2014	20/06/2014	5	
7	Verido del hormigón	2d?	23/06/2014	24/06/2014	6	
8	Fraguado del hormigón	28d?	25/06/2014	19/07/2014	7	
9	ESTRUCTURA DE ACERO	5d	21/07/2014	25/07/2014		
10	Colocación de primer tramo de pilares y fijación temporal	0.5d	21/07/2014	21/07/2014	6,8	
11	Colocación de vigas del primer fojado y fijación temporal	0.5d	21/07/2014	21/07/2014	10	
12	Soldadura definitiva de arranque de pilares	0.5d	22/07/2014	22/07/2014	11	
13	Soldadura definitiva de uniones de pilares y vigas del prim	1d	22/07/2014	23/07/2014	12	
14	Colocación del segundo tramo de pilares y fijación temp	0.5d	23/07/2014	23/07/2014	13	
15	Colocación de vigas de forjado bajo cubierta y fijación tem	0.5d	24/07/2014	24/07/2014	14	
16	Soldadura definitiva de union de pilares	0.5d	24/07/2014	24/07/2014	15	
17	Soldadura definitiva de uniones de pilares y vigas de forja	1d	25/07/2014	25/07/2014	16	
18	PRIMER FORJADO	21.87d?	28/07/2014	28/08/2014		
19	Encofrado plano inferior	1d?	28/07/2014	28/07/2014	17	
20	Colocación viguetas pretensadas	0.33d?	29/07/2014	29/07/2014	19	
21	Colocación bovedillas	0.33d?	29/07/2014	29/07/2014	20	
22	Colocación armadura de negativos	0.33d?	29/07/2014	29/07/2014	21	
23	Encofrado perimetral	1d?	29/07/2014	30/07/2014	22	
24	Verido y vibrado regularización del hormigón	1d?	30/07/2014	31/07/2014	23	
25	Fraguado del hormigón	28d?	31/07/2014	25/08/2014	24	
26	Desencofrado	1d?	25/08/2014	26/08/2014	25	
27	FORJADO BAJO CUBIERTA	22.87d?	07/08/2014	09/09/2014		
28	Encofrado plano inferior	1d?	07/08/2014	08/08/2014	24PI 5d	
29	Colocación armado de vigas	1d?	08/08/2014	11/08/2014	28	
30	Colocación viguetas pretensadas	0.33d	11/08/2014	12/08/2014	29	
31	Colocación bovedillas	0.33d	12/08/2014	12/08/2014	30	
32	Colocación armaduras de unión viguetas reforzadas-vig	0.33d	12/08/2014	12/08/2014	31	
33	Colocación armaduras de negativos	0.33d	12/08/2014	12/08/2014	31	
34	Encofrado perimetral	1d?	12/08/2014	13/08/2014	32,33	
35	Verido y vibrado regularización del hormigón	1d?	13/08/2014	14/08/2014	34	
36	Fraguado del hormigón	28d?	14/08/2014	09/09/2014	35	
37	Desencofrado	1d?	09/09/2014	09/09/2014	36	



ANEXO 6 – PROGRAMACIÓN ESTRUCTURA DE STEEL-FRAME

ANEXO 7 – PRESUPUESTO ESTRUCTURA HORMIGÓN ARMADO

Presupuesto.

- Cuadro de Precios Unitarios. MO, MT, MQ.
- Cuadro de Precios Auxiliares y Descompuestos.
- Cuadro de Precios nº1. En Letra.
- Cuadro de Precios nº2. MO, MT, MQ, RESTOS DE OBRA, COSTES INDIRECTOS.
- Presupuesto con Medición Detallada. Por capítulos.
- Resumen de Presupuesto. PEM, PEC, PCA.

	ESTRUCTURA PARA EL PFG	Pág.: 1
	CUADRO DE MANO DE OBRA	Ref.: PFG -HORMIGON
		05/15

Nº	Descripción	Importe		
		Precio (euros)	Cantidad (Horas)	Total (euros)
1	Oficial 1ª estructurista.	15,45	109,912 h	1.698,14
2	Ayudante estructurista.	13,77	109,912 h	1.513,49
			Importe total:	3.211,63

	ESTRUCTURA PARA EL PFG	Pág.: 2
	CUADRO DE MATERIALES	Ref.: PFG -HORMIGON
		05/15

Nº	Descripción	Importe		
		Precio (euros)	Cantidad Empleada	Total (euros)
1	Acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, elaborado en taller y colocado en obra, diámetros varios.	1,00	1.290,223 kg	1.290,22
2	Separador homologado para cimentaciones.	0,13	22,760 Ud	2,96
3	Separador homologado para pilares.	0,06	34,128 Ud	2,05
4	Separador homologado para vigas.	0,08	102,400 Ud	8,19
5	Malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080.	1,53	140,800 m²	215,42
6	Bovedilla de hormigón 43x25x20 cm, incluso p/p de piezas especiales.	0,60	896,000 Ud	537,60
7	Semivigueta pretensada, T-12, Lmedia = <4 m, según UNE-EN 15037-1.	3,19	212,352 m	677,40
8	Tablero aglomerado hidrófugo, de 19 mm de espesor.	7,45	18,432 m²	137,32
9	Sistema de encofrado continuo para forjado unidireccional de hormigón armado, hasta 3 m de altura libre de planta, compuesto de: puntales, sopandas metálicas y superficie encofrante de madera tratada reforzada con varillas y perfiles.	8,48	140,800 m²	1.193,98
10	Sistema de encofrado para enanos de cimentación de hormigón armado de sección rectangular o cuadrada, hasta 1,5 m de altura, formado por chapas metálicas reutilizables, incluso p/p de accesorios de montaje.	8,50	11,280 m²	95,88
11	Sistema de encofrado para pilares de hormigón armado de sección rectangular o cuadrada, de hasta 3 m de altura, compuesto de chapas metálicas reutilizables de 50x50 cm, incluso p/p de accesorios de montaje. Amortizable en 50 usos.	10,50	36,388 m²	382,07
12	Sistema de encofrado para pilares de hormigón armado de sección rectangular o cuadrada, de entre 3 y 4 m de altura, compuesto de chapas metálicas reutilizables de 50x50 cm, incluso p/p de accesorios de montaje. Amortizable en 50 usos.	10,50	48,713 m²	511,49
13	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	1,33	0,896 kg	1,19
14	Puntas de acero de 20x100 mm.	7,00	0,768 kg	5,38
15	Hormigón HA-25/B/20/IIa, fabricado en central.	73,04	19,301 m³	1.409,75
16	Hormigón de limpieza HL-150/B/20, fabricado en central.	61,06	0,991 m³	60,51
			Importe total:	6.531,41

	ESTRUCTURA PARA EL PFG	Pág.: 3
	CUADRO DE MAQUINARIA	Ref.: PFG -HORMIGON
		05/15

Importe total: 0,00

	ESTRUCTURA PARA EL PFG	Pág.: 4
	CUADRO DE PRECIOS AUXILIARES	Ref.: PFG -HORMIGON
		05/15

ESTRUCTURA PARA EL PFG		Pág.: 5
CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS Y CUADRO DE PRECIOS Nº 1 Y Nº 2		Ref.: PFG -HORMIGON
CIMENTACIONES		05/15

Nº Actividad	Código	Ud	Descripción	Rendimiento	Precio	Importe
--------------	--------	----	-------------	-------------	--------	---------

1 C CIMENTACIONES

1.1 CR REGULARIZACIÓN

1.1.1 CRL030 m² CAPA DE HORMIGÓN DE LIMPIEZA HL-150/B/20 FABRICADO EN CENTRAL Y VERTIDO DESDE CAMIÓN, DE 10 CM DE ESPESOR.

Formación de capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, de 10 cm de espesor, de hormigón HL-150/B/20 fabricado en central y vertido desde camión, en el fondo de la excavación previamente realizada.

Incluye: Replanteo. Colocación de toques y/o formación de maestras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase del hormigón.

Criterio de medición de proyecto: Superficie medida sobre la superficie teórica de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie teórica ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

mt10hmf01...	m³	Hormigón de limpieza HL-150/B/20, fabricado en central.	0,105	61,06	6,41
mo040	h	Oficial 1ª estructurista.	0,065	15,45	1,00
mo083	h	Ayudante estructurista.	0,065	13,77	0,90
%	%	Costes directos complementarios	2,000	8,31	0,17
3,000	%	Costes indirectos		8,48	0,25

Clase: Mano de obra

Clase: Materiales

Clase: Medios auxiliares

Clase: 3 % Costes indirectos

Coste total

8,73

OCHO EUROS CON SETENTA Y TRES CÉNTIMOS

1.2 CS SUPERFICIALES

1.2.1 CSZ030 m³ ZAPATA DE CIMENTACIÓN DE HORMIGÓN ARMADO, REALIZADA CON HORMIGÓN HA-25/B/20/IIA FABRICADO EN CENTRAL Y VERTIDO CON CUBILOTE, Y ACERO UNE-EN 10080 B 500 S, CUANTÍA 67,5 KG/M³.

Formación de zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 67,5 kg/m³. Incluso p/p de separadores, y armaduras de espera del pilar.

Incluye: Replanteo y trazado de las zapatas y de los pilares u otros elementos estructurales que apoyen en las mismas. Colocación de separadores y fijación de las armaduras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase de cimientos. Curado del hormigón.

Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

mt07aco020a	Ud	Separador homologado para cimentaciones.	8,000	0,13	1,04
mt07aco010c	kg	Acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, elabor...	67,531	1,00	67,53
mt10haf010...	m³	Hormigón HA-25/B/20/IIa, fabricado en central.	1,100	73,04	80,34
mo040	h	Oficial 1ª estructurista.	0,407	15,45	6,29
mo083	h	Ayudante estructurista.	0,407	13,77	5,60
%	%	Costes directos complementarios	2,000	160,80	3,22
3,000	%	Costes indirectos		164,02	4,92

Clase: Mano de obra

Clase: Materiales

Clase: Medios auxiliares

Clase: 3 % Costes indirectos

Coste total

168,94

CIENTO SESENTA Y OCHO EUROS CON NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

	ESTRUCTURA PARA EL PFG		Pág.: 6
	CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS Y CUADRO DE PRECIOS Nº 1 Y Nº 2		Ref.: PFG -HORMIGON
	CIMENTACIONES		05/15

Nº Actividad	Código	Ud	Descripción	Rendimiento	Precio	Importe
--------------	--------	----	-------------	-------------	--------	---------

1.3 CN NIVELACIÓN

1.3.1 CNE030 m³ **ENANO DE CIMENTACIÓN DE HORMIGÓN ARMADO, REALIZADO CON HORMIGÓN HA-25/B/20/IIA FABRICADO EN CENTRAL Y VERTIDO CON CUBILOTE, Y ACERO UNE-EN 10080 B 500 S, CUANTÍA 335,1 KG/M³; MONTAJE Y DESMONTAJE DEL SISTEMA DE ENCOFRADO RECUPERABLE METÁLICO.**

Formación de enano de cimentación de hormigón armado para pilares, realizado con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 335,1 kg/m³. Incluso p/p de separadores, montaje y desmontaje del sistema de encofrado recuperable de chapas metálicas.

Incluye: Replanteo. Colocación de la armadura con separadores homologados. Montaje del sistema de encofrado. Vertido y compactación del hormigón. Desmontaje del sistema de encofrado. Curado del hormigón.

Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de cálculo, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto.

mt07aco020b	Ud	Separador homologado para pilares.	12,000	0,06	0,72
mt07aco010c	kg	Acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, elabor...	335,097	1,00	335,10
mt10haf010...	m ³	Hormigón HA-25/B/20/IIa, fabricado en central.	1,050	73,04	76,69
mt08eme020	m ²	Sistema de encofrado para enanos de cimentación de hormi...	40,000	8,50	340,00
mo040	h	Oficial 1º estructurista.	0,299	15,45	4,62
mo083	h	Ayudante estructurista.	0,299	13,77	4,12
%	%	Costes directos complementarios	2,000	761,25	15,23
3,000	%	Costes indirectos		776,48	23,29

Clase: Mano de obra 8,74

Clase: Materiales 752,51

Clase: Medios auxiliares 15,23

Clase: 3 % Costes indirectos 23,29

Coste total 799,77

SETECIENTOS NOVENTA Y NUEVE EUROS CON SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS

ESTRUCTURA PARA EL PFG		Pág.: 7
CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS Y CUADRO DE PRECIOS Nº 1 Y Nº 2		Ref.: PFG -HORMIGON
ESTRUCTURAS		05/15

Nº Actividad	Código	Ud	Descripción	Rendimiento	Precio	Importe
--------------	--------	----	-------------	-------------	--------	---------

2 E ESTRUCTURAS

2.1 EH HORMIGÓN ARMADO

2.1.1 EHS020 m³ **PILAR RECTANGULAR O CUADRADO DE HORMIGÓN ARMADO, REALIZADO CON HORMIGÓN HA-25/B/20/IIA FABRICADO EN CENTRAL Y VERTIDO CON CUBILOTE, Y ACERO UNE-EN 10080 B 500 S, CUANTÍA 105,5 KG/M³; MONTAJE Y DESMONTAJE DEL SISTEMA DE ENCOFRADO DE CHAPAS METÁLICAS REUTILIZABLES, HASTA 3 M DE ALTURA LIBRE.**

Formación de pilar rectangular o cuadrado de hormigón armado, de hasta 3 m de altura libre, realizado con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 105,5 kg/m³. Montaje y desmontaje del sistema de encofrado de chapas metálicas reutilizables. Incluso p/p de separadores. Incluye: Replanteo. Colocación de las armaduras con separadores homologados. Montaje del sistema de encofrado. Vertido y compactación del hormigón. Desmontaje del sistema de encofrado. Curado del hormigón. Reparación de defectos superficiales.

Criterio de medición de proyecto: Volumen medido según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen realmente ejecutado según especificaciones de Proyecto.

mt07aco020b	Ud	Separador homologado para pilares.	12,000	0,06	0,72
mt07aco010c	kg	Acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, elabor...	105,471	1,00	105,47
mt08eup010a	m²	Sistema de encofrado para pilares de hormigón armado de s...	35,294	10,50	370,59
mt10haf010...	m³	Hormigón HA-25/B/20/IIa, fabricado en central.	1,050	73,04	76,69
mo040	h	Oficial 1ª estructurista.	0,409	15,45	6,32
mo083	h	Ayudante estructurista.	0,409	13,77	5,63
%	%	Costes directos complementarios	2,000	565,42	11,31
3,000	%	Costes indirectos		576,73	17,30

Clase: Mano de obra

Clase: Materiales

Clase: Medios auxiliares

Clase: 3 % Costes indirectos

Coste total

594,03

QUINIENTOS NOVENTA Y CUATRO EUROS CON TRES CÉNTIMOS

2.1.2 EHS020b m³ **PILAR RECTANGULAR O CUADRADO DE HORMIGÓN ARMADO, REALIZADO CON HORMIGÓN HA-25/B/20/IIA FABRICADO EN CENTRAL Y VERTIDO CON CUBILOTE, Y ACERO UNE-EN 10080 B 500 S, CUANTÍA 115,6 KG/M³; MONTAJE Y DESMONTAJE DEL SISTEMA DE ENCOFRADO DE CHAPAS METÁLICAS REUTILIZABLES, ENTRE 3 Y 4 M DE ALTURA LIBRE.**

Formación de pilar rectangular o cuadrado de hormigón armado, de entre 3 y 4 m de altura libre, realizado con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 115,6 kg/m³. Montaje y desmontaje del sistema de encofrado de chapas metálicas reutilizables. Incluso p/p de separadores.

Incluye: Replanteo. Colocación de las armaduras con separadores homologados. Montaje del sistema de encofrado. Vertido y compactación del hormigón. Desmontaje del sistema de encofrado. Curado del hormigón. Reparación de defectos superficiales.

Criterio de medición de proyecto: Volumen medido según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen realmente ejecutado según especificaciones de Proyecto.

mt07aco020b	Ud	Separador homologado para pilares.	12,000	0,06	0,72
mt07aco010c	kg	Acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, elabor...	115,550	1,00	115,55
mt08eup010b	m²	Sistema de encofrado para pilares de hormigón armado de s...	31,818	10,50	334,09
mt10haf010...	m³	Hormigón HA-25/B/20/IIa, fabricado en central.	1,050	73,04	76,69
mo040	h	Oficial 1ª estructurista.	0,409	15,45	6,32

ESTRUCTURA PARA EL PFG		Pág.: 8
CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS Y CUADRO DE PRECIOS Nº 1 Y Nº 2		Ref.: PFG -HORMIGON
ESTRUCTURAS		05/15

Nº Actividad	Código	Ud	Descripción	Rendimiento	Precio	Importe
	mo083	h	Ayudante estructurista.	0,409	13,77	5,63
	%	%	Costes directos complementarios	2,000	539,00	10,78
	3,000	%	Costes indirectos		549,78	16,49
			Clase: Mano de obra			11,95
			Clase: Materiales			527,05
			Clase: Medios auxiliares			10,78
			Clase: 3 % Costes indirectos			16,49
			Coste total			566,27
			QUINIENTOS SESENTA Y SEIS EUROS CON VEINTISIETE CÉNTIMOS			
2.1.3	EHU030	m ²	<p>ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO, REALIZADA CON HORMIGÓN HA-25/B/20/IIA FABRICADO EN CENTRAL Y VERTIDO CON CUBILOTE, VOLUMEN TOTAL DE HORMIGÓN 0,103 M³/M², Y ACERO UNE-EN 10080 B 500 S, CUANTÍA 5,6 KG/M², SOBRE SISTEMA DE ENCOFRADO CONTINUO, CONSTITUIDA POR: FORJADO UNIDIRECCIONAL, HORIZONTAL, DE CANTO 25 CM, INTEREJE DE 50 CM; SEMIVIGUETA PRETENSADA CASTELO INTEREJE 50 VIGUETA TIPO 16, 20+5, DE HORMIGÓN; BOVEDILLA DE HORMIGÓN; MALLA ELECTROSOLDADA ME 20X20 Ø 5-5 B 500 T 6X2,20 UNE-EN 10080, EN CAPA DE COMPRESIÓN; VIGAS PLANAS; ALTURA LIBRE DE PLANTA DE HASTA 3 M. SIN INCLUIR REPERCUSIÓN DE PILARES.</p> <p>Formación de estructura de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, con un volumen total de hormigón en forjado y vigas de 0,103 m³/m², y acero UNE-EN 10080 B 500 S, en zona de paños, vigas y zunchos, cuantía 5,6 kg/m², constituida por: FORJADO UNIDIRECCIONAL: horizontal, de canto 25 cm, intereje de 50 cm; sistema de encofrado continuo con puntales, sopandas metálicas y superficie encofrante de madera tratada reforzada con varillas y perfiles; semivigueta pretensada T-12 CASTELO INTEREJE 50 VIGUETA TIPO 16, 20+5, De hormigón; bovedilla de hormigón, incluso p/p de piezas especiales; capa de compresión de 5 cm de espesor, con armadura de reparto formada por malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080; vigas planas; altura libre de planta de hasta 3 m. Incluso p/p de zunchos perimetrales de planta. Sin incluir repercusión de pilares.</p> <p>Incluye: Replanteo del sistema de encofrado. Montaje del sistema de encofrado. Replanteo de la geometría de la planta sobre el encofrado. Colocación de viguetas y bovedillas. Colocación de las armaduras con separadores homologados. Vertido y compactación del hormigón. Regleado y nivelación de la capa de compresión. Curado del hormigón. Desmontaje del sistema de encofrado. Reparación de defectos superficiales.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en verdadera magnitud desde las caras exteriores de los zunchos del perímetro, según documentación gráfica de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 6 m².</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá, en verdadera magnitud, desde las caras exteriores de los zunchos del perímetro, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 6 m². Se consideran incluidos todos los elementos integrantes de la estructura señalados en los planos y detalles del Proyecto.</p>			
	mt08efu010a	m ²	Sistema de encofrado continuo para forjado unidireccional de...	1,100	8,48	9,33
	mt08eft010a	m ²	Tablero aglomerado hidrófugo, de 19 mm de espesor.	0,144	7,45	1,07
	mt08var050	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	0,007	1,33	0,01
	mt08var060	kg	Puntas de acero de 20x100 mm.	0,006	7,00	0,04
	mt07bho01...	Ud	Bovedilla de hormigón 43x25x20 cm, incluso p/p de piezas e...	7,000	0,60	4,20
	mt07vse010a	m	Semivigueta pretensada, T-12, Lmedia = <4 m, según UNE-...	1,659	3,19	5,29
	mt07aco020c	Ud	Separador homologado para vigas.	0,800	0,08	0,06
	mt07aco010c	kg	Acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, elabor...	5,609	1,00	5,61
	mt07ame010d	m ²	Malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-E...	1,100	1,53	1,68
	mt10haf010...	m ³	Hormigón HA-25/B/20/IIa, fabricado en central.	0,103	73,04	7,52
	mo040	h	Oficial 1ª estructurista.	0,836	15,45	12,92

	ESTRUCTURA PARA EL PFG		Pág.: 9
	CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS Y CUADRO DE PRECIOS Nº 1 Y Nº 2		Ref.: PFG -HORMIGON
	ESTRUCTURAS		05/15

Nº Actividad	Código	Ud	Descripción	Rendimiento	Precio	Importe
mo083		h	Ayudante estructurista.	0,836	13,77	11,51
%		%	Costes directos complementarios	2,000	59,24	1,18
3,000		%	Costes indirectos		60,42	1,81
			Clase: Mano de obra			24,43
			Clase: Materiales			34,81
			Clase: Medios auxiliares			1,18
			Clase: 3 % Costes indirectos			1,81
			Coste total			62,23

SESENTA Y DOS EUROS CON VEINTITRES CÉNTIMOS

	ESTRUCTURA PARA EL PFG	Pág.: 12
	MEDICIONES Y PRESUPUESTOS	Ref.: PFG -HORMIGON
	ESTRUCTURAS	05/15

Nº Orden	Descripción de las unidades de obra	Uds.	Latitud	Longitud	Altura	Subtotal	Medición	Precio	Importe
2	E ESTRUCTURAS								
2.1	EH HORMIGÓN ARMADO								
2.1.1	M³ Pilar rectangular o cuadrado de hormigón armado, realizado con hormigón HA-25/B/20/Ila fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 105,5 kg/m³; montaje y desmontaje del sistema de encofrado de chapas metálicas reutilizables, hasta 3 m de altura libre.								
EHS020	Formación de pilar rectangular o cuadrado de hormigón armado, de hasta 3 m de altura libre, realizado con hormigón HA-25/B/20/Ila fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 105,5 kg/m³. Montaje y desmontaje del sistema de encofrado de chapas metálicas reutilizables. Incluso p/p de separadores. Incluye: Replanteo. Colocación de las armaduras con separadores homologados. Montaje del sistema de encofrado. Vertido y compactación del hormigón. Desmontaje del sistema de encofrado. Curado del hormigón. Reparación de defectos superficiales. Criterio de medición de proyecto: Volumen medido según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen realmente ejecutado según especificaciones de Proyecto.								
	P3, P5, P6, P8, P9 y P11 (Forjado Sanitario)	6	0,25	0,25	2,75	1,031			
	Total partida 2.1.1						1,031	594,03	612,44
2.1.2	M³ Pilar rectangular o cuadrado de hormigón armado, realizado con hormigón HA-25/B/20/Ila fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 115,6 kg/m³; montaje y desmontaje del sistema de encofrado de chapas metálicas reutilizables, entre 3 y 4 m de altura libre.								
EHS020b	Formación de pilar rectangular o cuadrado de hormigón armado, de entre 3 y 4 m de altura libre, realizado con hormigón HA-25/B/20/Ila fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 115,6 kg/m³. Montaje y desmontaje del sistema de encofrado de chapas metálicas reutilizables. Incluso p/p de separadores. Incluye: Replanteo. Colocación de las armaduras con separadores homologados. Montaje del sistema de encofrado. Vertido y compactación del hormigón. Desmontaje del sistema de encofrado. Curado del hormigón. Reparación de defectos superficiales. Criterio de medición de proyecto: Volumen medido según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen realmente ejecutado según especificaciones de Proyecto.								
	P1, P2, P4, P7, P10, P12 y P13 (Forjado Sanitario)	7	0,25	0,25	3,50	1,531			
	Total partida 2.1.2						1,531	566,27	866,96
2.1.3	M² Estructura de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/Ila fabricado en central y vertido con cubilote, volumen total de hormigón 0,103 m³/m², y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 5,6 kg/m², sobre sistema de encofrado continuo, constituida por: forjado unidireccional, horizontal, de canto 25 cm, intereje de 50 cm; semivigueta pretensada CASTELO INTEREJE 50 VIGUETA TIPO 16, 20+5, De hormigón; bovedilla de hormigón; malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, en capa de compresión; vigas planas; altura libre de planta de hasta 3 m. Sin incluir repercusión de pilares.								
EHU030	Formación de estructura de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/Ila fabricado en central y vertido con cubilote, con un volumen total de hormigón en forjado y vigas de 0,103 m³/m², y acero UNE-EN 10080 B 500 S, en zona de paños, vigas y zunchos, cuantía 5,6 kg/m², constituida por: FORJADO UNIDIRECCIONAL: horizontal, de canto 25 cm, intereje de 50 cm; sistema de encofrado continuo con puntales, sopandas metálicas y superficie encofrante de madera tratada reforzada con varillas y perfiles; semivigueta pretensada T-12 CASTELO INTEREJE 50 VIGUETA TIPO 16, 20+5, De hormigón; bovedilla de hormigón, incluso p/p de piezas especiales; capa de compresión de 5 cm de espesor, con armadura de reparto formada por malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080; vigas planas; altura libre de planta de hasta 3 m. Incluso p/p de zunchos perimetrales de planta. Sin incluir repercusión de pilares. Incluye: Replanteo del sistema de encofrado. Montaje del sistema de encofrado. Replanteo de la geometría de la planta sobre el encofrado. Colocación de viguetas y bovedillas. Colocación de las armaduras con separadores homologados. Vertido y compactación del hormigón. Regleado y nivelación de la capa de compresión. Curado del hormigón. Desmontaje del sistema de encofrado. Reparación de defectos superficiales. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en verdadera magnitud desde las caras exteriores de los zunchos del perímetro, según documentación gráfica de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 6 m². Criterio de medición de obra: Se medirá, en verdadera magnitud, desde las caras exteriores de los zunchos del perímetro, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 6 m². Se consideran incluidos todos los elementos integrantes de la estructura señalados en los planos y detalles del Proyecto.								
	Forjado Sanitario	1	64,00			64,000			
	Forjado Cubierta	1	64,00			64,000			
	Total partida 2.1.3						128,000	62,23	7.965,44

	ESTRUCTURA PARA EL PFG	Pág.: 14
	MEDICIONES Y PRESUPUESTOS	Ref.: PFG -HORMIGON
	RESUMEN DE CAPÍTULOS	05/15

Presupuesto de ejecución material

1 Cimentaciones	788,58
1.1.- Regularización	82,41
1.2.- Superficiales	480,63
1.3.- Nivelación	225,54
2 Estructuras	9.444,84
2.1.- Hormigón armado	9.444,84
Total	10.233,42

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de DIEZ MIL DOSCIENTOS TREINTA Y TRES EUROS CON CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS.

	ESTRUCTURA PARA EL PFG	Pág.: 15
	RESUMEN DE PRESUPUESTO	Ref.: PFG -HORMIGON
	RESUMEN DE CAPÍTULOS	05/15

Nº Orden	Código	Descripción de los capítulos	Importe	%
1	C	Cimentaciones	788,58	7,71
1.1	CR	Regularización	82,41	0,81
1.2	CS	Superficiales	480,63	4,70
1.3	CN	Nivelación	225,54	2,20
2	E	Estructuras	9.444,84	92,29
2.1	EH	Hormigón armado	9.444,84	92,29

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	10.233,42
0% Gastos Generales.....	0,00
0% Beneficio Industrial.....	0,00
PRESUPUESTO	10.233,42
21% IVA.....	2.149,02
PRESUPUESTO + IVA	12.382,44

Suma el presente presupuesto más IVA la cantidad de:
DOCE MIL TRESCIENTOS OCHENTA Y DOS EUROS

ANEXO 8 – PRESUPUESTO ESTRUCTURA DE ACERO

Presupuesto.

- Cuadro de Precios Unitarios. MO, MT, MQ.
- Cuadro de Precios Auxiliares y Descompuestos.
- Cuadro de Precios nº1. En Letra.
- Cuadro de Precios nº2. MO, MT, MQ, RESTOS DE OBRA, COSTES INDIRECTOS.
- Presupuesto con Medición Detallada. Por capítulos.
- Resumen de Presupuesto. PEM, PEC, PCA.

	ESTRUCTURA DE ACERO PARA PFG	Pág.: 1
	CUADRO DE MANO DE OBRA	Ref.: PFG ACERO SOLDA...
		05/15

Nº	Descripción	Importe		
		Precio (euros)	Cantidad (Horas)	Total (euros)
1	Oficial 1ª estructurista.	15,45	101,148 h	1.562,74
2	Oficial 1ª montador de estructura metálica.	15,45	69,331 h	1.071,16
3	Ayudante estructurista.	13,77	101,148 h	1.392,81
4	Ayudante montador de estructura metálica.	13,77	69,331 h	954,69
			Importe total:	4.981,40

	ESTRUCTURA DE ACERO PARA PFG	Pág.: 2
	CUADRO DE MATERIALES	Ref.: PFG ACERO SOLDA...
		05/15

Nº	Descripción	Importe		
		Precio (euros)	Cantidad Empleada	Total (euros)
1	Acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, elaborado en taller y colocado en obra, diámetros varios.	1,00	269,199 kg	269,20
2	Separador homologado para cimentaciones.	0,13	28,160 Ud	3,66
3	Separador homologado para vigas.	0,08	94,760 Ud	7,58
4	Acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, piezas simples, para aplicaciones estructurales.	0,99	3.137,232 kg	3.105,86
5	Pletina de acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfil plano laminado en caliente, para aplicaciones estructurales.	1,68	41,134 kg	69,11
6	Malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080.	1,53	130,295 m²	199,35
7	Bovedilla de hormigón 43x25x20 cm, incluso p/p de piezas especiales.	0,60	1.006,825 Ud	604,10
8	Semivigueta pretensada, T-12, Lmedia = <4 m, según UNE-EN 15037-1.	3,19	232,636 m	742,11
9	Sistema de encofrado continuo para forjado unidireccional de hormigón armado, hasta 3 m de altura libre de planta, compuesto de: puntales, sopandas metálicas y superficie encofrante de madera tratada reforzada con varillas y perfiles.	8,48	130,295 m²	1.104,90
10	Hormigón HA-25/B/20/IIa, fabricado en central.	73,04	11,927 m³	871,15
11	Hormigón de limpieza HL-150/B/20, fabricado en central.	61,06	0,924 m³	56,42
12	Imprimación de secado rápido, formulada con resinas alquídicas modificadas y fosfato de zinc.	4,80	149,392 l	717,08
			Importe total:	7.750,52

	ESTRUCTURA DE ACERO PARA PFG	Pág.: 3
	CUADRO DE MAQUINARIA	Ref.: PFG ACERO SOLD...
		05/15

Nº	Descripción	Importe		
		Precio (euros)	Cantidad	Total (euros)
1	Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica.	3,10	47,805 h	148,20
			Importe total:	148,20

	ESTRUCTURA DE ACERO PARA PFG	Pág.: 4
	CUADRO DE PRECIOS AUXILIARES	Ref.: PFG ACERO SOL...
		05/15

ESTRUCTURA DE ACERO PARA PFG		Pág.: 5
CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS Y CUADRO DE PRECIOS Nº 1 Y Nº 2		Ref.: PFG ACERO SOL...
CIMENTACIONES		05/15

Nº Actividad	Código	Ud	Descripción	Rendimiento	Precio	Importe
--------------	--------	----	-------------	-------------	--------	---------

1 C CIMENTACIONES

1.1 CR REGULARIZACIÓN

1.1.1 CRL030 m² CAPA DE HORMIGÓN DE LIMPIEZA HL-150/B/20 FABRICADO EN CENTRAL Y VERTIDO DESDE CAMIÓN, DE 10 CM DE ESPESOR.

Capa de hormigón de limpieza HL-150/B/20 fabricado en central y vertido desde camión, de 10 cm de espesor.

mt10hmf01...	m³	Hormigón de limpieza HL-150/B/20, fabricado en central.	0,105	61,06	6,41
mo040	h	Oficial 1ª estructurista.	0,065	15,45	1,00
mo083	h	Ayudante estructurista.	0,065	13,77	0,90
%	%	Costes directos complementarios	2,000	8,31	0,17
3,000	%	Costes indirectos		8,48	0,25

Clase: Mano de obra	1,90
Clase: Materiales	6,41
Clase: Medios auxiliares	0,17
Clase: 3 % Costes indirectos	0,25

Coste total 8,73

OCHO EUROS CON SETENTA Y TRES CÉNTIMOS

1.2 CS SUPERFICIALES

1.2.1 CSZ030 m³ ZAPATA DE CIMENTACIÓN DE HORMIGÓN ARMADO, REALIZADA CON HORMIGÓN HA-25/B/20/IIA FABRICADO EN CENTRAL Y VERTIDO CON CUBILOTE, Y ACERO UNE-EN 10080 B 500 S, CUANTÍA 40,3 KG/M³.

Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 40,3 kg/m³.

mt07aco020a	Ud	Separador homologado para cimentaciones.	8,000	0,13	1,04
mt07aco010c	kg	Acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, elabor...	40,250	1,00	40,25
mt10haf010...	m³	Hormigón HA-25/B/20/IIa, fabricado en central.	1,100	73,04	80,34
mo040	h	Oficial 1ª estructurista.	0,407	15,45	6,29
mo083	h	Ayudante estructurista.	0,407	13,77	5,60
%	%	Costes directos complementarios	2,000	133,52	2,67
3,000	%	Costes indirectos		136,19	4,09

Clase: Mano de obra	11,89
Clase: Materiales	121,63
Clase: Medios auxiliares	2,67
Clase: 3 % Costes indirectos	4,09

Coste total 140,28

CIENTO CUARENTA EUROS CON VEINTIOCHO CÉNTIMOS

ESTRUCTURA DE ACERO PARA PFG		Pág.: 6
CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS Y CUADRO DE PRECIOS Nº 1 Y Nº 2		Ref.: PFG ACERO SOL...
ESTRUCTURAS		05/15

Nº Actividad	Código	Ud	Descripción	Rendimiento	Precio	Importe
--------------	--------	----	-------------	-------------	--------	---------

2 E ESTRUCTURAS

2.1 EA ACERO

2.1.1 EAS030 Ud **PLACA DE ANCLAJE DE ACERO S275JR EN PERFIL PLANO, DE 200X200 MM Y ESPESOR 9 MM, CON 4 PERNOS DE ACERO CORRUGADO UNE-EN 10080 B 500 S DE 8 MM DE DIÁMETRO Y 33,7 CM DE LONGITUD TOTAL, SOLDADOS.**

Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, de 200x200 mm y espesor 9 mm, con 4 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 8 mm de diámetro y 33,7 cm de longitud total, soldados.

mt07ala011b	kg	Pletina de acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfil ...	2,826	1,68	4,75
mt07aco010c	kg	Acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, elabor...	0,532	1,00	0,53
mo042	h	Oficial 1ª montador de estructura metálica.	0,271	15,45	4,19
mo085	h	Ayudante montador de estructura metálica.	0,271	13,77	3,73
%	%	Costes directos complementarios	2,000	13,20	0,26
3,000	%	Costes indirectos		13,46	0,40

Clase: Mano de obra	7,92
Clase: Materiales	5,28
Clase: Medios auxiliares	0,26
Clase: 3 % Costes indirectos	0,40

Coste total 13,86

TRECE EUROS CON OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS

2.1.2 EAS030b Ud **PLACA DE ANCLAJE DE ACERO S275JR EN PERFIL PLANO, DE 200X200 MM Y ESPESOR 10 MM, CON 4 PERNOS DE ACERO CORRUGADO UNE-EN 10080 B 500 S DE 8 MM DE DIÁMETRO Y 33,8 CM DE LONGITUD TOTAL, SOLDADOS.**

Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, de 200x200 mm y espesor 10 mm, con 4 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 8 mm de diámetro y 33,8 cm de longitud total, soldados.

mt07ala011b	kg	Pletina de acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfil ...	3,140	1,68	5,28
mt07aco010c	kg	Acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, elabor...	0,533	1,00	0,53
mo042	h	Oficial 1ª montador de estructura metálica.	0,276	15,45	4,26
mo085	h	Ayudante montador de estructura metálica.	0,276	13,77	3,80
%	%	Costes directos complementarios	2,000	13,87	0,28
3,000	%	Costes indirectos		14,15	0,42

Clase: Mano de obra	8,06
Clase: Materiales	5,81
Clase: Medios auxiliares	0,28
Clase: 3 % Costes indirectos	0,42

Coste total 14,57

CATORCE EUROS CON CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS

ESTRUCTURA DE ACERO PARA PFG		Pág.: 7
CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS Y CUADRO DE PRECIOS Nº 1 Y Nº 2		Ref.: PFG ACERO SOL...
ESTRUCTURAS		05/15

Nº Actividad	Código	Ud	Descripción	Rendimiento	Precio	Importe
--------------	--------	----	-------------	-------------	--------	---------

2.1.3	EAS030c	Ud	PLACA DE ANCLAJE DE ACERO S275JR EN PERFIL PLANO, DE 200X200 MM Y ESPESOR 11 MM, CON 4 PERNOS DE ACERO CORRUGADO UNE-EN 10080 B 500 S DE 8 MM DE DIÁMETRO Y 33,9 CM DE LONGITUD TOTAL, SOLDADOS. Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, de 200x200 mm y espesor 11 mm, con 4 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 8 mm de diámetro y 33,9 cm de longitud total, soldados.			
	mt07ala011b	kg	Pletina de acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfil ...	3,454	1,68	5,80
	mt07aco010c	kg	Acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, elabor...	0,535	1,00	0,54
	mo042	h	Oficial 1ª montador de estructura metálica.	0,282	15,45	4,36
	mo085	h	Ayudante montador de estructura metálica.	0,282	13,77	3,88
	%	%	Costes directos complementarios	2,000	14,58	0,29
	3,000	%	Costes indirectos		14,87	0,45
			Clase: Mano de obra			8,24
			Clase: Materiales			6,34
			Clase: Medios auxiliares			0,29
			Clase: 3 % Costes indirectos			0,45
			Coste total			15,32

QUINCE EUROS CON TREINTA Y DOS CÉNTIMOS

2.1.4	EAS030d	Ud	PLACA DE ANCLAJE DE ACERO S275JR EN PERFIL PLANO, DE 200X200 MM Y ESPESOR 12 MM, CON 4 PERNOS DE ACERO CORRUGADO UNE-EN 10080 B 500 S DE 8 MM DE DIÁMETRO Y 34 CM DE LONGITUD TOTAL, SOLDADOS. Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, de 200x200 mm y espesor 12 mm, con 4 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 8 mm de diámetro y 34 cm de longitud total, soldados.			
	mt07ala011b	kg	Pletina de acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfil ...	3,768	1,68	6,33
	mt07aco010c	kg	Acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, elabor...	0,537	1,00	0,54
	mo042	h	Oficial 1ª montador de estructura metálica.	0,287	15,45	4,43
	mo085	h	Ayudante montador de estructura metálica.	0,287	13,77	3,95
	%	%	Costes directos complementarios	2,000	15,25	0,31
	3,000	%	Costes indirectos		15,56	0,47
			Clase: Mano de obra			8,38
			Clase: Materiales			6,87
			Clase: Medios auxiliares			0,31
			Clase: 3 % Costes indirectos			0,47
			Coste total			16,03

DIECISEIS EUROS CON TRES CÉNTIMOS

ESTRUCTURA DE ACERO PARA PFG		Pág.: 8
CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS Y CUADRO DE PRECIOS Nº 1 Y Nº 2		Ref.: PFG ACERO SOL...
ESTRUCTURAS		05/15

Nº Actividad	Código	Ud	Descripción	Rendimiento	Precio	Importe
2.1.5	EAS040	kg	ACERO S275JR EN PILARES, CON PIEZAS SIMPLES DE PERFILES LAMINADOS EN CALIENTE DE LAS SERIES HEB CON UNIONES SOLDADAS EN OBRA. Acero S275JR en pilares, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series HEB con uniones soldadas en obra.			
	mt07ala010h	kg	Acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminad...	1,050	0,99	1,04
	mt27pfi010	l	Imprimación de secado rápido, formulada con resinas alquídi...	0,050	4,80	0,24
	mq08sol020	h	Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica.	0,016	3,10	0,05
	mo042	h	Oficial 1ª montador de estructura metálica.	0,022	15,45	0,34
	mo085	h	Ayudante montador de estructura metálica.	0,022	13,77	0,30
	%	%	Costes directos complementarios	2,000	1,97	0,04
	3,000	%	Costes indirectos		2,01	0,06
			Clase: Mano de obra			0,64
			Clase: Maquinaria			0,05
			Clase: Materiales			1,28
			Clase: Medios auxiliares			0,04
			Clase: 3 % Costes indirectos			0,06
			Coste total			2,07
			DOS EUROS CON SIETE CÉNTIMOS			
2.1.6	EAV030	kg	ACERO S275JR EN VIGAS, CON PIEZAS SIMPLES DE PERFILES LAMINADOS EN CALIENTE, DE LAS SERIES IPE, CON UNIONES SOLDADAS EN OBRA. Acero S275JR en vigas, con piezas simples de perfiles laminados en caliente, de las series IPE, con uniones soldadas en obra.			
	mt07ala010h	kg	Acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminad...	1,050	0,99	1,04
	mt27pfi010	l	Imprimación de secado rápido, formulada con resinas alquídi...	0,050	4,80	0,24
	mq08sol020	h	Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica.	0,016	3,10	0,05
	mo042	h	Oficial 1ª montador de estructura metálica.	0,022	15,45	0,34
	mo085	h	Ayudante montador de estructura metálica.	0,022	13,77	0,30
	%	%	Costes directos complementarios	2,000	1,97	0,04
	3,000	%	Costes indirectos		2,01	0,06
			Clase: Mano de obra			0,64
			Clase: Maquinaria			0,05
			Clase: Materiales			1,28
			Clase: Medios auxiliares			0,04
			Clase: 3 % Costes indirectos			0,06
			Coste total			2,07
			DOS EUROS CON SIETE CÉNTIMOS			
2.2	EH		HORMIGÓN ARMADO			

ESTRUCTURA DE ACERO PARA PFG		Pág.: 9
CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS Y CUADRO DE PRECIOS Nº 1 Y Nº 2		Ref.: PFG ACERO SOL...
ESTRUCTURAS		05/15

Nº Actividad	Código	Ud	Descripción	Rendimiento	Precio	Importe
--------------	--------	----	-------------	-------------	--------	---------

2.2.1	EHU030	m ²	<p>ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO, REALIZADA CON HORMIGÓN HA-25/B/20/IIA FABRICADO EN CENTRAL Y VERTIDO CON CUBILOTE, VOLUMEN TOTAL DE HORMIGÓN 0,068 M³/M², Y ACERO UNE-EN 10080 B 500 S, CUANTÍA 1 KG/M², SOBRE SISTEMA DE ENCOFRADO CONTINUO, CONSTITUIDA POR: FORJADO UNIDIRECCIONAL, HORIZONTAL, DE CANTO 25 CM, INTEREJE DE 50 CM; SEMIVIGUETA PRETENSADA CASTELO INTEREJE 50 VIGUETA TIPO 16, 20+5, DE HORMIGÓN; BOVEDILLA DE HORMIGÓN; MALLA ELECTROSOLDADA ME 20X20 Ø 5-5 B 500 T 6X2,20 UNE-EN 10080, EN CAPA DE COMPRESIÓN; VIGAS PLANAS; ALTURA LIBRE DE PLANTA DE HASTA 3 M. SIN INCLUIR REPERCUSIÓN DE PILARES.</p> <p>Estructura de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, volumen total de hormigón 0,068 m³/m², y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 1 kg/m², sobre sistema de encofrado continuo, constituida por: forjado unidireccional, horizontal, de canto 25 cm, intereje de 50 cm; semivigueta pretensada CASTELO INTEREJE 50 VIGUETA TIPO 16, 20+5, De hormigón; bovedilla de hormigón; malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, en capa de compresión; vigas planas; altura libre de planta de hasta 3 m. Sin incluir repercusión de pilares.</p>			
	mt08efu010a	m ²	Sistema de encofrado continuo para forjado unidireccional de...	1,100	8,48	9,33
	mt07bho01...	Ud	Bovedilla de hormigón 43x25x20 cm, incluso p/p de piezas e...	8,500	0,60	5,10
	mt07vse010a	m	Semivigueta pretensada, T-12, Lmedia = <4 m, según UNE-...	1,964	3,19	6,27
	mt07aco020c	Ud	Separador homologado para vigas.	0,800	0,08	0,06
	mt07aco010c	kg	Acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, elabor...	1,018	1,00	1,02
	mt07ame010d	m ²	Malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-E...	1,100	1,53	1,68
	mt10haf010...	m ³	Hormigón HA-25/B/20/IIa, fabricado en central.	0,068	73,04	4,97
	mo040	h	Oficial 1ª estructurista.	0,837	15,45	12,93
	mo083	h	Ayudante estructurista.	0,837	13,77	11,53
	%	%	Costes directos complementarios	2,000	52,89	1,06
	3,000	%	Costes indirectos		53,95	1,62
			Clase: Mano de obra			24,46
			Clase: Materiales			28,43
			Clase: Medios auxiliares			1,06
			Clase: 3 % Costes indirectos			1,62
			Coste total			55,57

CINCUENTA Y CINCO EUROS CON CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS

	ESTRUCTURA DE ACERO PARA PFG	Pág.: 11
	MEDICIONES Y PRESUPUESTOS	Ref.: PFG ACERO SOLD...
	ESTRUCTURAS	05/15

Nº Orden	Descripción de las unidades de obra	Uds.	Latitud	Longitud	Altura	Subtotal	Medición	Precio	Importe
2	E ESTRUCTURAS								
2.1	EA ACERO								
2.1.1	Ud Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, de 200x200 mm y espesor 9 mm, con 4 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 8 mm de diámetro y 33,7 cm de longitud total, soldados.								
EAS030	Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, de 200x200 mm y espesor 9 mm, con 4 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 8 mm de diámetro y 33,7 cm de longitud total, soldados.								
	Ancho X: 200 mm, Ancho Y: 200 mm y Espesor: 9 mm	1				1,000			
	Ancho X: 200 mm, Ancho Y: 200 mm y Espesor: 9 mm	1				1,000			
	Ancho X: 200 mm, Ancho Y: 200 mm y Espesor: 9 mm	1				1,000			
	Ancho X: 200 mm, Ancho Y: 200 mm y Espesor: 9 mm	1				1,000			
	Ancho X: 200 mm, Ancho Y: 200 mm y Espesor: 9 mm	1				1,000			
	Ancho X: 200 mm, Ancho Y: 200 mm y Espesor: 9 mm	1				1,000			
	Total partida 2.1.1						6,000	13,86	83,16
2.1.2	Ud Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, de 200x200 mm y espesor 10 mm, con 4 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 8 mm de diámetro y 33,8 cm de longitud total, soldados.								
EAS030b	Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, de 200x200 mm y espesor 10 mm, con 4 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 8 mm de diámetro y 33,8 cm de longitud total, soldados.								
	Ancho X: 200 mm, Ancho Y: 200 mm y Espesor: 10 mm	1				1,000			
	Total partida 2.1.2						1,000	14,57	14,57
2.1.3	Ud Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, de 200x200 mm y espesor 11 mm, con 4 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 8 mm de diámetro y 33,9 cm de longitud total, soldados.								
EAS030c	Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, de 200x200 mm y espesor 11 mm, con 4 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 8 mm de diámetro y 33,9 cm de longitud total, soldados.								
	Ancho X: 200 mm, Ancho Y: 200 mm y Espesor: 11 mm	1				1,000			
	Ancho X: 200 mm, Ancho Y: 200 mm y Espesor: 11 mm	1				1,000			
	Ancho X: 200 mm, Ancho Y: 200 mm y Espesor: 11 mm	1				1,000			
	Ancho X: 200 mm, Ancho Y: 200 mm y Espesor: 11 mm	1				1,000			
	Ancho X: 200 mm, Ancho Y: 200 mm y Espesor: 11 mm	1				1,000			
	Total partida 2.1.3						5,000	15,32	76,60
2.1.4	Ud Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, de 200x200 mm y espesor 12 mm, con 4 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 8 mm de diámetro y 34 cm de longitud total, soldados.								
EAS030d	Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, de 200x200 mm y espesor 12 mm, con 4 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 8 mm de diámetro y 34 cm de longitud total, soldados.								
	Ancho X: 200 mm, Ancho Y: 200 mm y Espesor: 12 mm	1				1,000			
	Total partida 2.1.4						1,000	16,03	16,03
2.1.5	Kg Acero S275JR en pilares, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series HEB con uniones soldadas en obra.								
EAS040	Acero S275JR en pilares, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series HEB con uniones soldadas en obra.								
	P1, P2, P12 y P13 (Forjado 1)	1	327,00			327,000			
	P3, P10 y P11 (Forjado 1)	1	320,00			320,000			
	P4 (Forjado 1)	1	107,00			107,000			
	P5 y P9 (Forjado 1)	1	214,00			214,000			
	P6 y P8 (Forjado 1)	1	214,00			214,000			
	P7 (Forjado 1)	1	107,00			107,000			

ESTRUCTURA DE ACERO PARA PFG		Pág.: 12
MEDICIONES Y PRESUPUESTOS		Ref.: PFG ACERO SOLD...
ESTRUCTURAS		05/15

Nº Orden	Descripción de las unidades de obra	Uds.	Latitud	Longitud	Altura	Subtotal	Medición	Precio	Importe
	Total partida 2.1.5						1.289,000	2,07	2.668,23
2.1.6	Kg Acero S275JR en vigas, con piezas simples de perfiles laminados en caliente, de las series IPE, con uniones soldadas en obra.								
EAV030	Acero S275JR en vigas, con piezas simples de perfiles laminados en caliente, de las series IPE, con uniones soldadas en obra.								
	Forjado 1 - Pórtico 1 - 1(P1-P2)	1	61,54			61,540			
	Forjado 1 - Pórtico 2 - 1(P3-P4)	1	101,73			101,730			
	Forjado 1 - Pórtico 2 - 2(P4-P5)	1	89,49			89,490			
	Forjado 1 - Pórtico 3 - 1(P6-P7)	1	103,30			103,300			
	Forjado 1 - Pórtico 3 - 2(P7-P8)	1	103,30			103,300			
	Forjado 1 - Pórtico 4 - 1(P9-P10)	1	89,49			89,490			
	Forjado 1 - Pórtico 4 - 2(P10-P11)	1	101,73			101,730			
	Forjado 1 - Pórtico 5 - 1(P12-P13)	1	61,54			61,540			
	Forjado 1 - Pórtico 6 - 1(P1-P3)	1	12,05			12,050			
	Forjado 1 - Pórtico 6 - 2(P3-P6)	1	23,77			23,770			
	Forjado 1 - Pórtico 6 - 3(P6-P9)	1	23,77			23,770			
	Forjado 1 - Pórtico 7 - 1(P2-P4)	1	12,05			12,050			
	Forjado 1 - Pórtico 8 - 1(P10-P12)	1	12,05			12,050			
	Forjado 1 - Pórtico 9 - 1(P5-P8)	1	23,77			23,770			
	Forjado 1 - Pórtico 9 - 2(P8-P11)	1	23,77			23,770			
	Forjado 1 - Pórtico 9 - 3(P11-P13)	1	12,05			12,050			
	Forjado 2 - Pórtico 1 - 1(P1-P2)	1	50,21			50,210			
	Forjado 2 - Pórtico 2 - 1(P3-P4)	1	101,73			101,730			
	Forjado 2 - Pórtico 2 - 2(P4-P5)	1	89,49			89,490			
	Forjado 2 - Pórtico 3 - 1(P6-P7)	1	120,93			120,930			
	Forjado 2 - Pórtico 3 - 2(P7-P8)	1	120,93			120,930			
	Forjado 2 - Pórtico 4 - 1(P9-P10)	1	89,49			89,490			
	Forjado 2 - Pórtico 4 - 2(P10-P11)	1	101,73			101,730			
	Forjado 2 - Pórtico 5 - 1(P12-P13)	1	50,21			50,210			
	Forjado 2 - Pórtico 6 - 1(P1-P3)	1	12,05			12,050			
	Forjado 2 - Pórtico 6 - 2(P3-P6)	1	17,63			17,630			
	Forjado 2 - Pórtico 6 - 3(P6-P9)	1	17,63			17,630			
	Forjado 2 - Pórtico 7 - 1(P2-P4)	1	12,05			12,050			
	Forjado 2 - Pórtico 8 - 1(P10-P12)	1	12,05			12,050			
	Forjado 2 - Pórtico 9 - 1(P5-P8)	1	17,63			17,630			
	Forjado 2 - Pórtico 9 - 2(P8-P11)	1	17,63			17,630			
	Forjado 2 - Pórtico 9 - 3(P11-P13)	1	12,05			12,050			
	Total partida 2.1.6						1.698,840	2,07	3.516,60
	Total EA Acero								6.375,19
2.2	EH HORMIGÓN ARMADO								
2.2.1	M² Estructura de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/Ila fabricado en central y vertido con cubilote, volumen total de hormigón 0,068 m³/m², y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 1 kg/m², sobre sistema de encofrado continuo, constituida por: forjado unidireccional, horizontal, de canto 25 cm, intereje de 50 cm; semivigueta pretensada CASTELO INTEREJE 50 VIGUETA TIPO 16, 20+5, De hormigón; bovedilla de hormigón; malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, en capa de compresión; vigas planas; altura libre de planta de hasta 3 m. Sin incluir repercusión de pilares.								
EHU030	Estructura de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/Ila fabricado en central y vertido con cubilote, volumen total de hormigón 0,068 m³/m², y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 1 kg/m², sobre sistema de encofrado continuo, constituida por: forjado unidireccional, horizontal, de canto 25 cm, intereje de 50 cm; semivigueta pretensada CASTELO INTEREJE 50 VIGUETA TIPO 16, 20+5, De hormigón; bovedilla de hormigón; malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, en capa de compresión; vigas planas; altura libre de planta de hasta 3 m. Sin incluir repercusión de pilares.								
	Forjado 1	1	59,22			59,220			
	Forjado 2	1	59,23			59,230			
	Total partida 2.2.1						118,450	55,57	6.582,27
	Total EH Hormigón armado								6.582,27
	Total E Estructuras								12.957,46

	ESTRUCTURA DE ACERO PARA PFG	Pág.: 13
	MEDICIONES Y PRESUPUESTOS	Ref.: PFG ACERO SOLD...
	RESUMEN DE CAPÍTULOS	05/15

Presupuesto de ejecución material

1 Cimentaciones	570,61
1.1.- Regularización	76,82
1.2.- Superficiales	493,79
2 Estructuras	12.957,46
2.1.- Acero	6.375,19
2.2.- Hormigón armado	6.582,27
Total	13.528,07

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de TRECE MIL QUINIENTOS VEINTIOCHO EUROS CON SIETE CÉNTIMOS.

	ESTRUCTURA DE ACERO PARA PFG	Pág.: 14
	RESUMEN DE PRESUPUESTO	Ref.: PFG ACERO SOLDADO
	RESUMEN DE CAPÍTULOS	05/15

Nº Orden	Código	Descripción de los capítulos	Importe	%
1	C	Cimentaciones	570,61	4,22
1.1	CR	Regularización	76,82	0,57
1.2	CS	Superficiales	493,79	3,65
2	E	Estructuras	12.957,46	95,78
2.1	EA	Acero	6.375,19	47,13
2.2	EH	Hormigón armado	6.582,27	48,66

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL 13.528,07

0% Gastos Generales..... 0,00

0% Beneficio Industrial..... 0,00

PRESUPUESTO 13.528,07

21% IVA..... 2.840,89

PRESUPUESTO + IVA 16.368,96

Suma el presente presupuesto más IVA la cantidad de:

DIECISEIS MIL TRESCIENTOS SESENTA Y NUEVE EUROS