



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Análisis de las diferentes tecnologías constructivas
en países del Centro y Sur de África y criterios de
selección de su adecuación
ANEXOS

Autor/es

Ana González Taratiel

Director

Beatriz Rodríguez Soria

Co-director

Juan Antonio Ros Lasierra

Escuela de Ingeniería y Arquitectura
2014

ANEXO A. África.

ANEXO A. África.	73
A1. Geografía	76
A.2Clima y vegetación	76
A.3. Sociológico	78
A.4. Cultural	79
A.5. Economía y tecnología	80
A.6 Recursos naturales	81
A.7. Situación política	82
A.8 Arquitectura vernácula	83
A.9. Arquitectura en África con criterios bioclimáticos	83
Bibliografía	85

El ámbito de aplicación de los proyectos de cooperación se extiende por muchas regiones, en los países pobres, en vías de desarrollo o que han sufrido alguna catástrofe o conflicto bélico y se encuentran en situación de emergencia.

Debido a la amplitud de los contextos y las diferencias tan grandes entre todos ellos, elegimos África, y más concretamente África del centro-sur, las cuales tienen unas características parecidas para su estudio y estrategias.

FIG A.01. Mapa África con zona Centro-Sur.



A1. Geografía ⁰¹



FIG A.02. Mapa geografía, zona Centro-Sur África.

África es el tercer continente más grande del mundo, con un 22% de la superficie terrestre, siendo sin embargo uno de los continentes menos poblados.

Geográficamente es principalmente una meseta con varias cuencas en formas de U, excepto la costa norte y las montañas al noroeste. Se puede dividir en tres grandes regiones: la meseta central y meridional, la meseta septentrional y las montañas del este.

01. <http://www.monografias.com/trabajos55/africa/africa.shtml>

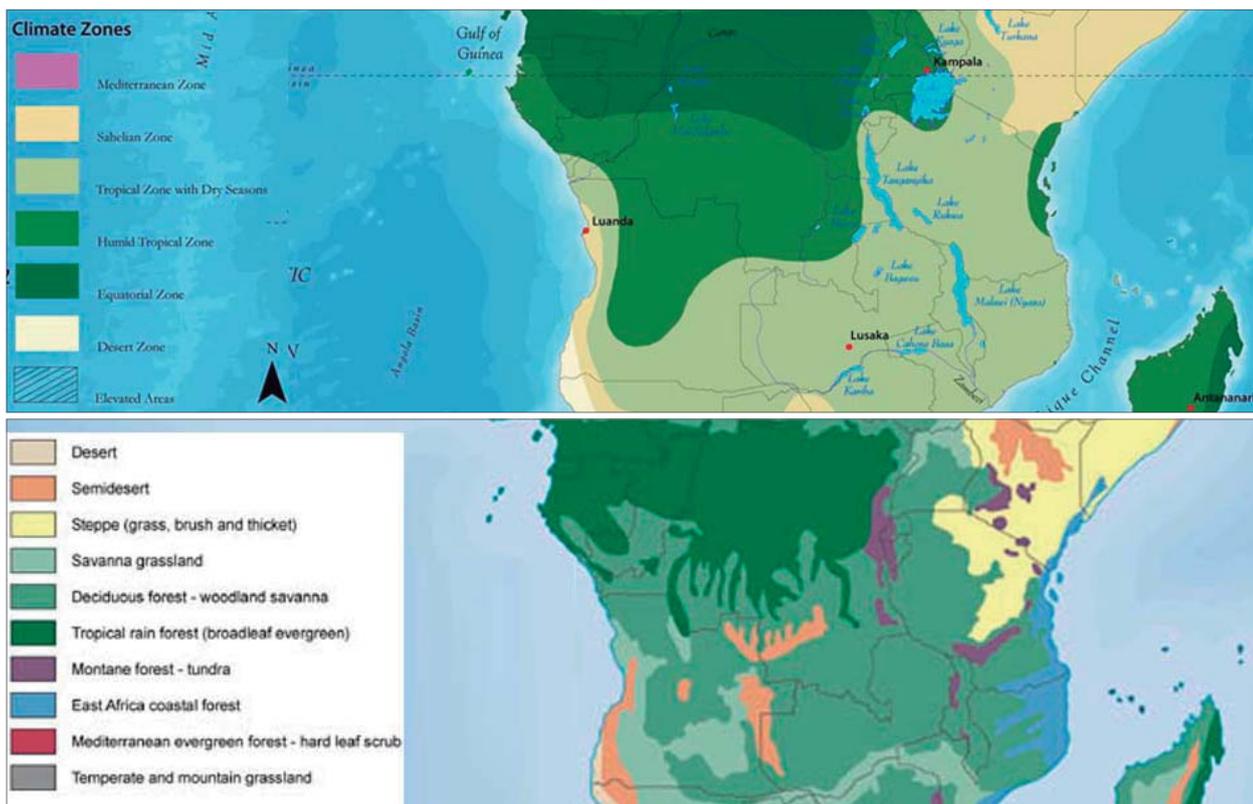
02. <http://ikuska.com/Africa/index.htm>

Existen seis grandes redes de drenaje en África, que desembocan en el mar y casi todas están cortadas por cataratas o rápidos. Se estima que África tiene el 40% de la energía mundial hidroeléctrica, aunque no la aproveche.

FIG A.03. Mapa clima, zona Centro-Sur África.

FIG A.04. Mapa vegetación, zona Centro-Sur África.

A.2Clima y vegetación ⁰²



Debido a la geografía de África (su configuración como meseta y la ausencia de grandes cadenas montañosas), a la presencia fría de las corrientes atlánticas y a su posición en la zona tropical es el continente con una mayor uniformidad en cuanto al clima. En ella se distinguen 6 zonas climáticas, teniendo cierta simetría respecto al Ecuador hacia el exterior del continente. Nos centraremos en los climas del centro-sur de África y su respectiva vegetación:

- Zonas con clima ecuatorial.- Con una media anual de 25° y escasas variaciones de temperatura y con lluvias todo el año que pueden superar los 2.500 mm anuales. Se extiende por la depresión del Congo, a ambos lados del ecuador hasta el lago Tanganica hacia el Este, las costas del golfo de Guinea, costa de Natal (Sudáfrica) y todo el este de Madagascar. En este clima son propias las selvas de bosque denso, llamado bosque pluvial.
- Zonas con clima tropical húmedo.-Caracterizada por la alternancia de una estación seca y otra húmeda con menos de 1.500 mm de lluvia al año, más separadas una de otra en la medida en que la zona se aleja del ecuador. Comprende una franja de unos 450 kms. de media, que rodea a toda la zona tropical de la depresión del Congo, toda la región de los Grandes Lagos, la costa de Mozambique, la costa de Tanzania y Kenia desde Dar es Salaam hasta Mombasa, la región de Addis Abeba y Toda la zona central de Madagascar. Los bosques densos siguen caracterizando estas zonas, además de bosques de hoja caduca y las sabanas arbóreas.
- Zonas con clima tropical seco.- Llamado también clima sudanés, se caracteriza por la prolongación de la estación seca, siendo esta más larga cuanto más cerca está del trópico. La sequía se acentúa por los vientos cálidos que soplan del noreste hacia el Atlántico. Las lluvias suelen ser inferiores a los 1.000 mm al año. Comprende una gran franja que rodea a toda la zona con clima tropical húmedo, hasta la altura del río Senegal y lago Chad en el norte del continente y todo el centro y este del sur del continente, así como todo el oeste de Madagascar. La sabana arbórea y el bosque claro se encuentran en esta zona, y en el hemisferio sur se localiza el bosque tropical seco, al haber una estación seca prolongada predomina el bosque abierto.

Es en esta zona donde principalmente se sitúan los proyectos.

- Zonas con clima sahariano.- En estas zonas las lluvias son muy escasas y durante un corto periodo del año, siendo muy irregulares. Las temperaturas llegan a superar los 40° al final de la estación seca. Su vegetación corresponde a la estepa desértica, con vegetación arbustiva tropical.

- Zonas con clima desértico.- Con casi nula pluviosidad. En estas regiones las variaciones de temperatura entre el día y la noche pueden alcanzar los 50°. Se caracteriza por ausencia de vegetación.
- Zonas con clima de tipo mediterráneo.- Los veranos suelen ser cálidos y secos, en tanto que los inviernos son no muy fríos. Comprende una estrecha franja en los extremos norte y sur del continente. Su vegetación se adapta a la alternancia de las estaciones, como bosques de pinos y encinas.

En el centro y sur de África, predomina el clima tropical (húmedo y seco), con escasas zonas de clima sahariano y desértico. Es decir, básicamente tienen dos estaciones, la húmeda y la seca, siendo más seca cuanto más se acerca a los trópicos.

A.3. Sociológico

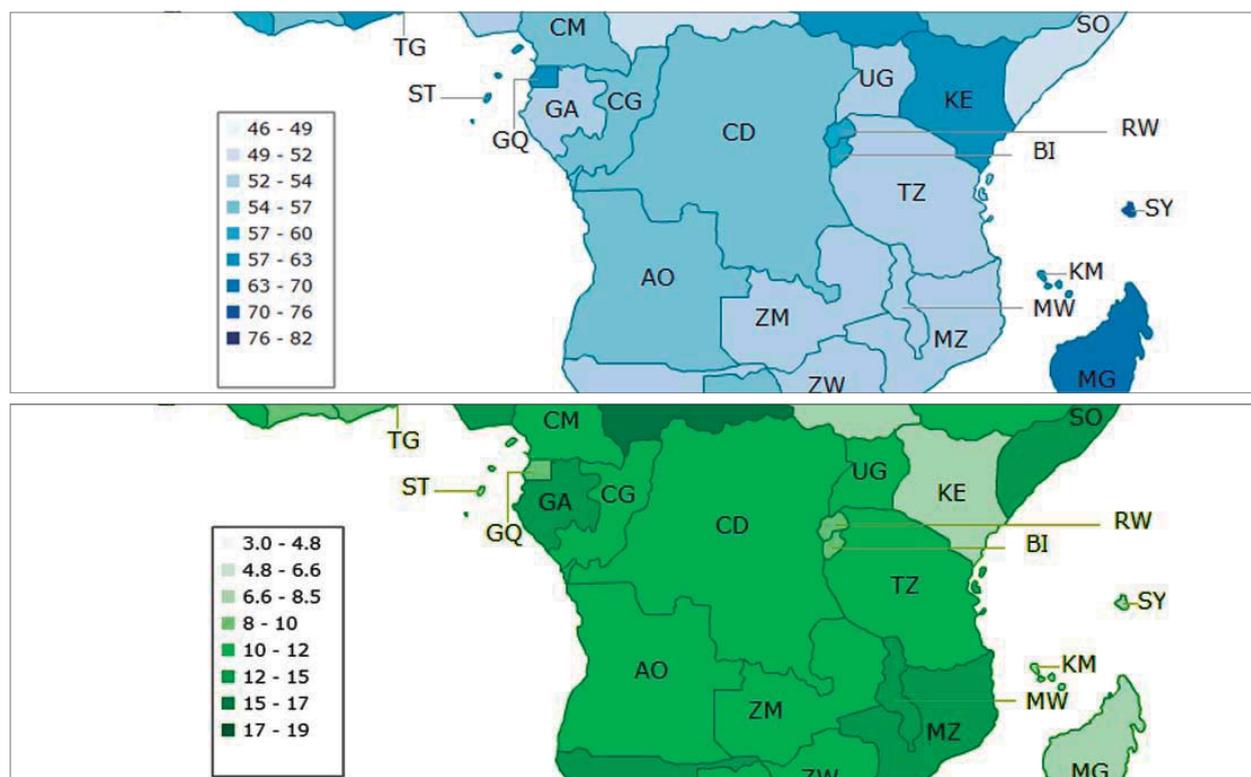


FIG A.05. Mapa tasa natalidad, (nacimientos/1000 habitantes) zona Centro-Sur África.

FIG A.06. Mapa tasa mortalidad, (años) zona Centro-Sur África.

03. <http://ikuska.com/Africa/index.htm>

04. Kiberia, la ciudad sin nombre. El País Semanal. (http://elpais.com/elpais/2013/02/04/eps/1359983883_179958.html)

El mapa demográfico resulta muy desigual en todo el continente. Sólo las grandes ciudades están realmente pobladas, existiendo grandes zonas vacías. El 43% de la población se encuentra sólo en 5 de los 54 países⁰³. Las ciudades principales son las costeras, o las que han desarrollado algún tipo de actividad alrededor de los ríos o cuencas. Las demás ciudades y países, al no tener industria, agricultura o ganadería desarrolladas, dan lugar al chabolismo como forma de vida.

Por ejemplo, al lado de Kenia existe Kiberia, el mayor barrio de chabolas de África⁰⁴. Lugares donde las construcciones de madera, tierra y

chapa dan lugar a ciudades de miseria, donde la basura y los desechos se amontonan en las calles, no hay luz ni agua corriente, y el agua que hay se encuentra contaminada, sin asistencia sanitaria, sin talleres o escuelas.^{05, 06}

La población de África tiene unas características diferentes a las que podemos estar acostumbrados. Es una población joven, siendo la mayoría niños y menores de 20 años, y su tasa de natalidad triplica la europea⁰⁷. Sin embargo en muchos de sus países la esperanza de vida no supera los 50 años (mientras que en Europa es 90, en Oceanía 82, en Norteamérica es 81 y Sudamérica es 78), debido a las epidemias (poco control e higiene) y al avance del SIDA. Por otra parte, la natalidad es muy alta debido a que la mortalidad infantil también. En la zona a estudiar aproximadamente 70 (70 niños de cada 1000 no llegan ni siquiera al año de vida)⁰⁸. Debido a eso, aunque la tasa de natalidad sea alta, no hay mucha población. La alta natalidad también se debe a que ellos mismos la creen necesaria para generar más riqueza.

Las mujeres africanas sufren bastante desigualdad. La mayoría de ellas sustenta a la familia: cuidan de los niños, de la casa, de llevar el agua a toda la familia y muchas veces de proporcionar también el alimento. Sin embargo, siguen siendo dependientes del hombre, teniendo muy pocos o ningún derecho sobre sus bienes. Ahora empiezan a poder disfrutar de una educación y formación, hecho fundamental para el desarrollo de África, pero las diferencias entre ambos son todavía abismales. Asimismo, las niñas son las primeras en abandonar el colegio para colaborar a mantener a la familia, ya sea la propia o porque se casan (en zonas rurales antes de los 15 años). Sin contar con el problema del SIDA y la mujer. A pesar de ello, son uno de los pilares de la economía africana, ya que el 40% sustenta a su familia, producen el 80% de los alimentos y el 90% de la economía informal.^{09,10}

05. <http://blogs.20minutos.es/enguerra/tag/barrios-de-chabolas/>

06. SUGRANYES, Ana. *Chabolismo indignante: el hábitat de los que sobran*. {Hábitat y sociedad}

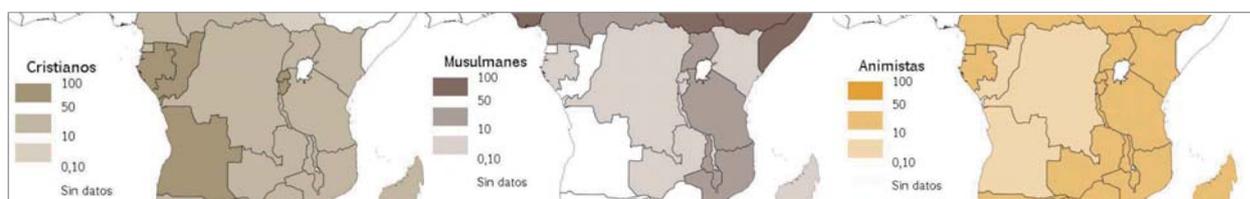
07. <http://www.africa.com.es/poblacion-de-africa/>

08. Datos consultados en mapas de: <http://www.indexmundi.com/>

09. El rol de las mujeres en África. Intervención de Charlotte, de Rwanda. Asamblea Internacional. Arusha 2006. (<http://www.carlosdefoucauld.org/Secular/Arusha-informes4.htm>)

10. <http://www.mujeorporafrica.es>

A.4. Cultural



Principalmente la actividad cultural se centra en la familia o el grupo étnico, tribu (aspecto característico social de África). Estas relaciones se desarrollan y se fortalecen a través al arte, a la música, el baile y la literatura. Con la colonización europea algunos grupos rechazaron esta cultura, de la cual ahora ha habido un resurgimiento. Algunos gobiernos subvencionan actos para promover la cultura tradicional africana.¹¹

En cuanto a la religión, coexisten el cristianismo, el islam, y religiones

FIG A.07. Mapa religiones, zona Centro-Sur África.

11. <http://www.monografias.com/trabajos55/africa/africa.shtml>

12. <http://www.africa.com.es>

animistas o locales, que creen en que objetos y lugares naturales poseen alma, además de rendir culto a los antepasados¹². En la zona a estudiar encontramos el cristianismo como religión principal adoptada, con las costumbres y lo que eso conlleva a la hora tanto de cultura, como de arquitectura, y las religiones tradicionales, sobre todo en el contexto rural.

A.5. Economía y tecnología

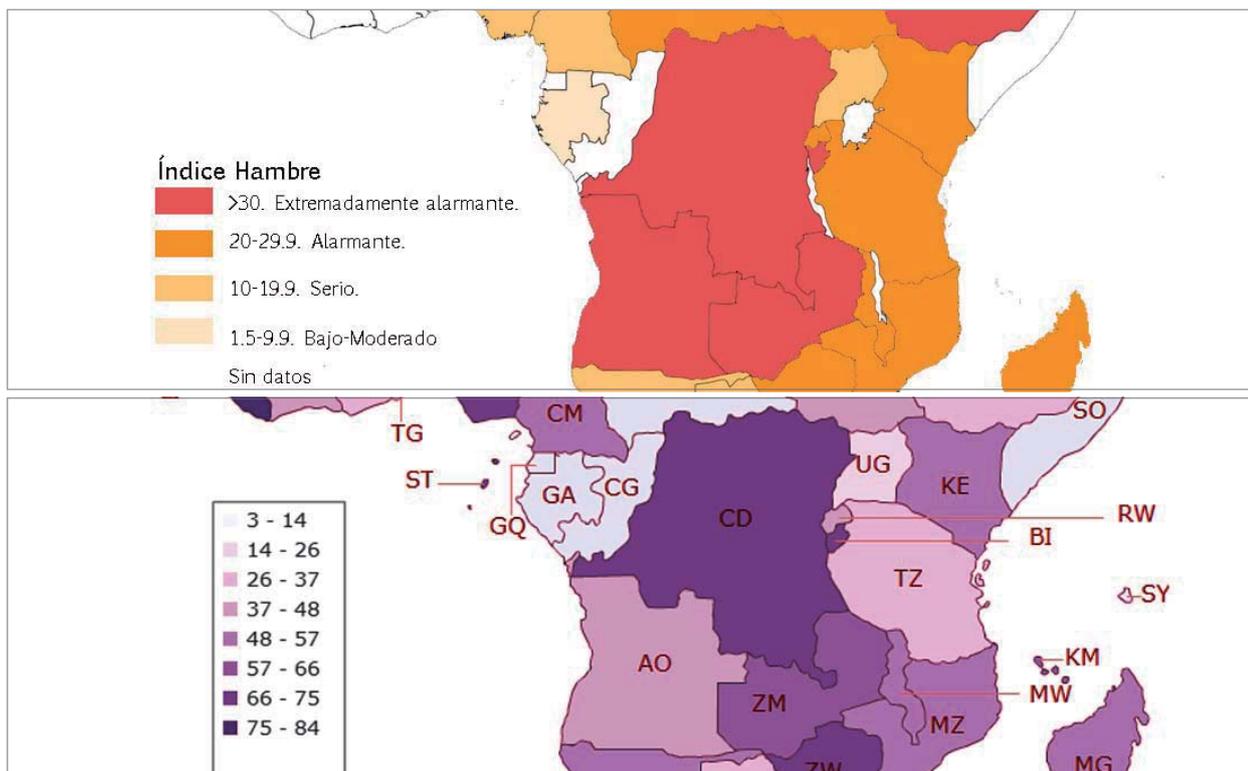


FIG A.08. Mapa hambre, zona Centro-Sur África.

FIG A.09. Mapa población en pobreza (%), zona Centro-Sur África.

13. <http://www.africa.com.es/>

En las ciudades desarrolladas, tradicionalmente la economía ha estado basada en la agricultura y la ganadería, siendo éste un mercado de subsistencia. Los mercados tenían lugar pero como intercambio entre familia y amigos. Y la manufactura se consideraba algo secundario. Con la colonización europea se aumentó la demanda de ciertos productos, materias primas, y se produjo una migración de mano de obra. Cultivos y tecnología europea fueron introducidos, desarrollando un sistema de intercambio. Actualmente, el comercio está siendo desarrollado a través de una red de transportes, que sin embargo conectan las ciudades del interior con las ciudades costeras, aunque raramente las ciudades vecinas, ya que al no estar desarrolladas, no tiene sentido. A pesar de ello, la economía de subsistencia convive con la economía moderna. El desarrollo dependerá de ambas.¹³

Sin embargo, en las zonas donde se desarrolla el chabolismo, no existe tradición alguna de subsistencia, debido a que los continuos conflictos existentes por la explotación de los recursos naturales han eliminado éstas prácticas.

En ellas, la ausencia de cualquier forma de educación, como talleres, industrias, deja las zonas vacías de un método de subsistencia. En Kibera, el barrio de chabolas cerca de Nairobi (capital de Kenia), resulta curioso que muchos chabolistas contribuyen a la sociedad trabajando en Nairobi, teniendo que caminar 2 horas para llegar de su chabola hasta donde trabajan, ganando 8 horas al día menos de 1 euro al día.¹⁴

Económicamente, la inversión en África resulta difícil ya que la esperanza de vida de la mano de obra no es rentable para las empresas. En educación debería ser prioritaria, siendo la solución a muchos problemas. Sin embargo sólo dedican el 5% de su PIB. Uno de los pilares esenciales para la economía es la formación. No obstante muchas familias no pueden permitirse el lujo de educar a sus hijos que ya los ingresos de su trabajo son fundamentales para subsistir, lo que dificulta todavía más la educación. Otro de los problemas económicos es la corrupción, que desvían los pocos recursos y aleja las inversiones extranjeras.¹⁵

La tecnología moderna en África es prácticamente inexistente. Y la ineficiente y baja calidad de la red de transportes obstaculiza más su avance. Por otra parte, toda la existente se importa en vez de producirse allí, promoviendo una dependencia tecnológica de los países desarrollados, que conlleva además una incapacidad de gestión al no haber los recursos necesarios para mantenimiento de la misma.

14. Documental "Villas Miseria". Hernán Zin.

(<http://www.contramediafilms.com/esp/documentales.html>)

15. ESCUDERO, Ezequiel. África en el contexto Internacional Actual. El paradigma del continente negro. Centro Argentino de Estudios Internacionales.

A.6 Recursos naturales



África, a pesar de su pobreza, es uno de los continentes más ricos en cuanto a recursos naturales y materias primas, siendo ésta una de sus principales vías de comercio-intercambio con los países desarrollados.

- “ el 97% de las reservas mundiales de cobre
- el 80% de las de coltan
- el 50% de las de cobalto
- el 57% de las de oro
- el 20% de las de hierro y cobre
- el 23% de las de uranio y fosfatos

FIG A.10. Mapa recursos naturales, zona Centro-Sur África.

- el 32% de las de manganeso
- el 41% de las de vanadio
- el 49% de las de platino
- el 60% de las de diamantes
- el 14% de las de petróleo
- y otras muchas materias primas

Además, controla gran parte de los recursos energéticos.

- Los países árabes, Argelia, Nigeria y Estados del África negra cuentan con importantes yacimientos de petróleo y gas natural
- Los recursos hidráulicos. Controlan gran parte de los recursos mundiales, aunque apenas se desarrollen.
- En el sector de la alimentación, África cuenta con tierras fértiles, bosques y grandes bancos de pesca. La mayor parte de estos recursos están sub-explotados o concedidos.¹⁶

16. <http://mujeresporafrica.es/content/recursos-naturales-y-realidad-econ%C3%B3mica>

Por otra parte, la gran necesidad de ingresos que precisa África, provoca la explotación de sus recursos sin un intercambio justo. Esta situación al no estar controlada puede llevar a graves consecuencias, como al deforestación, la contaminación de los recursos hídricos en la obtención del petróleo y otros productos.

Por ejemplo, en la zona estudiada, Angola posee la mayoría de las reservas de petróleo, diamantes y hierro, Kenia de oro y otras gemas preciosas, La República Democrática del Congo de materiales preciosos también, además de petróleo,... En general podríamos decir que abundan los recursos fósiles y minerales preciosos.

A.7. Situación política

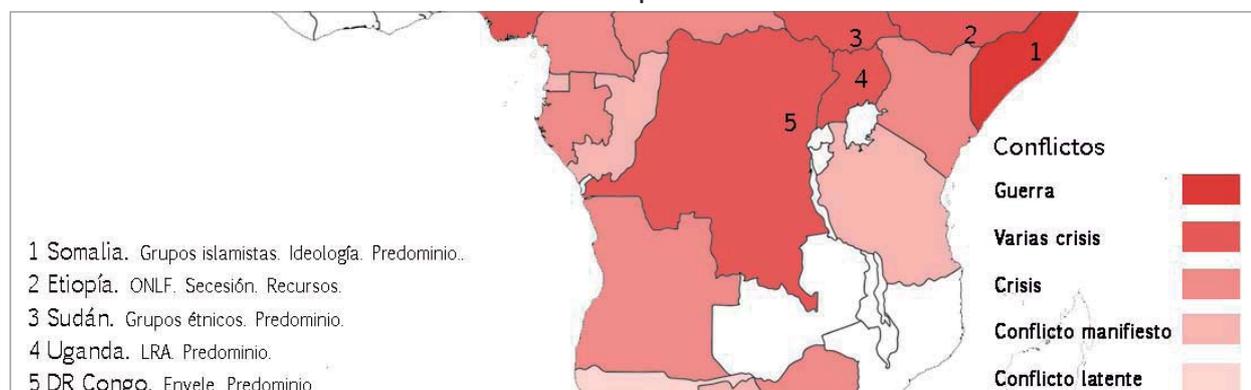
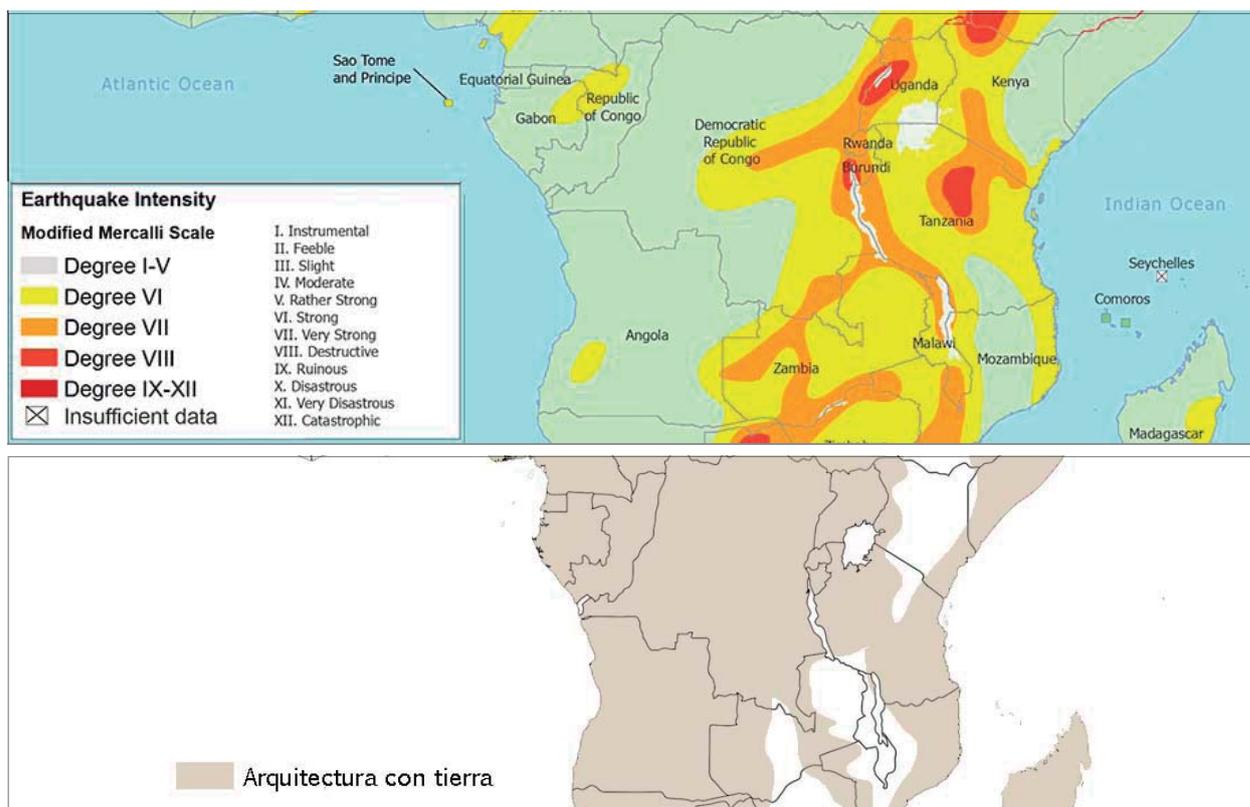


FIG A.11. Mapa conflictos, zona Centro-Sur África.

La explotación de los recursos, del petróleo, de los diamantes... provoca innumerables conflictos por su posesión. Esto suma al continente en una serie de conflictos, tanto políticos armados, como enfrentamientos tribales... Por otra parte, gran parte de los países se encuentran en guerras civiles, como la ocurrida en Angola, o las guerras del Congo.



La arquitectura típica de África es aquella hecha de madera, barro y paja. La madera usada como estructura, y entre ella el barro, con techo de paja (aunque también se utiliza la madera). Predominan las construcciones rectangulares y redondas (más extendidas, con un pilar central que sujetaba la cubierta de elementos vegetales del entorno).

Anteriormente, los grupos nómadas y semi-nómadas características de los desiertos desarrollaron ingeniosas construcciones en las que el conocimiento de la madera y de las formas geodésicas era de gran utilidad. Las mujeres son una pieza clave en ellas, pues eran las principales constructoras y decoradoras.¹⁷

Los edificios, además de ser estructuras donde habitar, son la expresión de sus tradiciones, de su cultura, de su forma de expresión y de su arte.

A.9. Arquitectura en África con criterios bioclimáticos¹⁸

En África centro-oriental, como hemos visto los climas predominantes son los tropicales, es decir, los húmedos/lluviosos, con una estación húmeda y otra seca, predominando la seca al alejarnos del Ecuador, con altas temperaturas. Según el clima, adoptaremos distintas medidas para aprovechar las variables climatológicas.

FIG A.12. Mapa terremotos, zona Centro-Sur África.

FIG A.13. Mapa arquitectura de tierra, zona Centro-Sur África.

17. MTURI, Amini. *The conservation of the African architectural heritage*. 1984. Monumentum.

18. UGARTE, Jimena. *Guía de Arquitectura Bioclimática. Construir en climas cálidos*. Instituto de Arquitectura Tropical. Fundación Príncipe Claus para la Cultura y el Desarrollo.

Ecuatorial

Las temperaturas son altas, con pocas variaciones entre las horas diurnas y nocturnas. Por este motivo la inercia térmica no es deseable, sino todo lo contrario, sería recomendable una construcción ligera y con poca capacidad térmica, así como las protecciones necesarias (voladizos y aleros). Se vuelve fundamental la ventilación, tanto por temperatura como por humedad, buscando las corrientes de aire con la orientación, la sombra, los retranqueos, la altura de los huecos y la distribución interior del proyecto. Una ventilación tanto con cubierta ventilada, como con forjado sanitario, ayudará en problemas de temperatura y humedad.

Otro de los grandes problemas en este tipo de clima son las lluvias monzónicas, por ello será necesario proteger la estabilidad del proyecto a través de un zócalo de materiales más resistentes e impermeables, sobre elevando la construcción y con unos aleros y galerías que preserven los cerramientos.

Tropical húmedo

En este clima, se alterna una estación húmeda y una estación seca. Así, las temperaturas se mantienen, y las medidas del clima ecuatorial siguen siendo válidas para este clima. No obstante, podremos contar con recursos como la vegetación, intentando a través de las especies controlarla en la estación húmeda y aumentarla en la seca.

Tropical seco

La diferencia entre el tropical seco y el húmedo reside básicamente en dos puntos. Primero, la diferencia de temperaturas. En este caso, existe un salto térmico entre el día y la noche, por tanto es aconsejable utilizar inercia térmica para aprovechar durante la noche (con la ventilación) la bajada de temperaturas y conservarla durante el día. Segundo, la humedad. Conforme nos acerquemos a los trópicos, disminuye la humedad del aire, incluyendo entonces el agua y la vegetación como elementos para aumentar la humedad y controlarla. Por otra parte, los vientos serán más cálidos, teniendo que protegerse de ellos en vez de aprovecharlos.

Las protecciones solares seguirán siendo importantes, así como los espacios cubiertos.

Los proyectos analizados están situados en este tipo de clima, aunque los tres climas tienen bastantes características comunes.

Por tanto, las medidas básicas y predominantes serán la ventilación, los aleros y protecciones, ambos para la humedad y las temperaturas, y la protección o aprovechamiento de los vientos. Además, en este tipo de climas predominan los insectos y los hongos, por consiguiente deberemos cuidar las aberturas de ventilación para evitar la entrada de los mismos en el interior.

Bibliografía

FIGURAS

A01. Elaboración propia en base a: http://www.lib.utexas.edu/maps/africa/africa_pol_2003.jpg

A02. Elaboración propia en base a: <http://www.africa-turismo.com/imagenes/africa-mapa-fisico.jpg>

A03. Elaboración propia en base a: <http://www.zonu.com/detail/2009-11-07-10911/Zonas-Climaticas-de-Africa.html>

A04. Elaboración propia en base a: <http://exploringafrica.matrix.msu.edu/images/africavegetation.jpg>

A05-06. Elaboración propia en base a: <http://www.indexmundi.com/map/?t=0&v=30&r=af&l=es>

A07. Elaboración propia en base a: http://www.aularagon.org/files/espaa/atlas/religions_total2.jpg

A08. Elaboración propia en base a: http://www.ifpri.org/sites/default/files/ghi12_scores_severity.png

A09. Elaboración propia en base a: <http://www.indexmundi.com/map/?t=0&v=30&r=af&l=es>

A10. Elaboración propia en base a: <http://elordenmundialfast.files.wordpress.com/2013/04/afriqueutile.jpg>

A11. Elaboración propia en base a: http://3.bp.blogspot.com/_dqPOkWWiOcE/TjtHpvf3iPI/AAAAAAAAAUg/OEkWkaVOjD0/s1600/conflictos_politicos.jpg

A12. Elaboración propia en base a: Earthquake Risk in Africa: Modified Mercalli Scale, OCHA Regional Office for Central and East Africa. December 2007

A13. Elaboración propia en base a: <http://contierra.files.wordpress.com/2011/07/architectureterremondegd.jpg>

ANEXO B. Enfoque Marco Lógico.

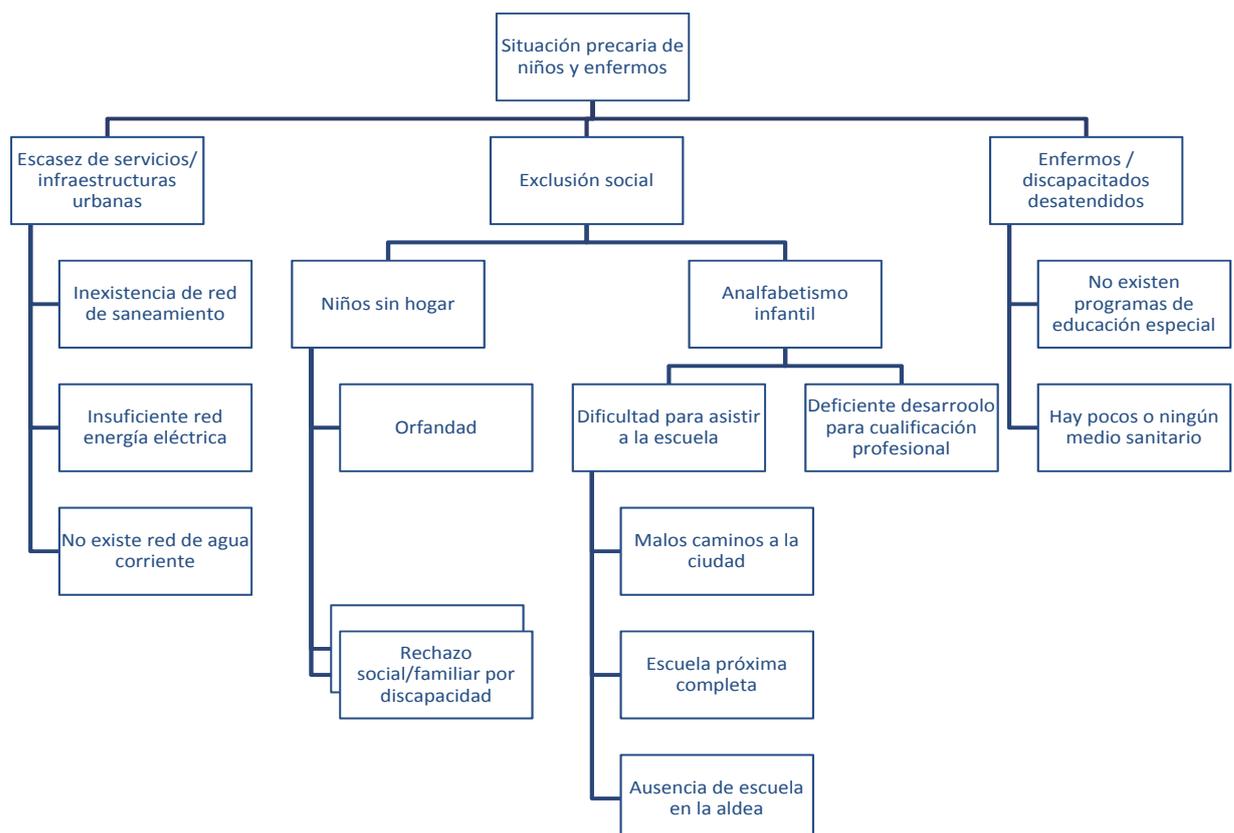
ANEXO B. Enfoque Marco Lógico.	87
B1. Angola.	89
B2. Kenia.	92
B3. Marco Lógico Propio.	95

B1. Angola.

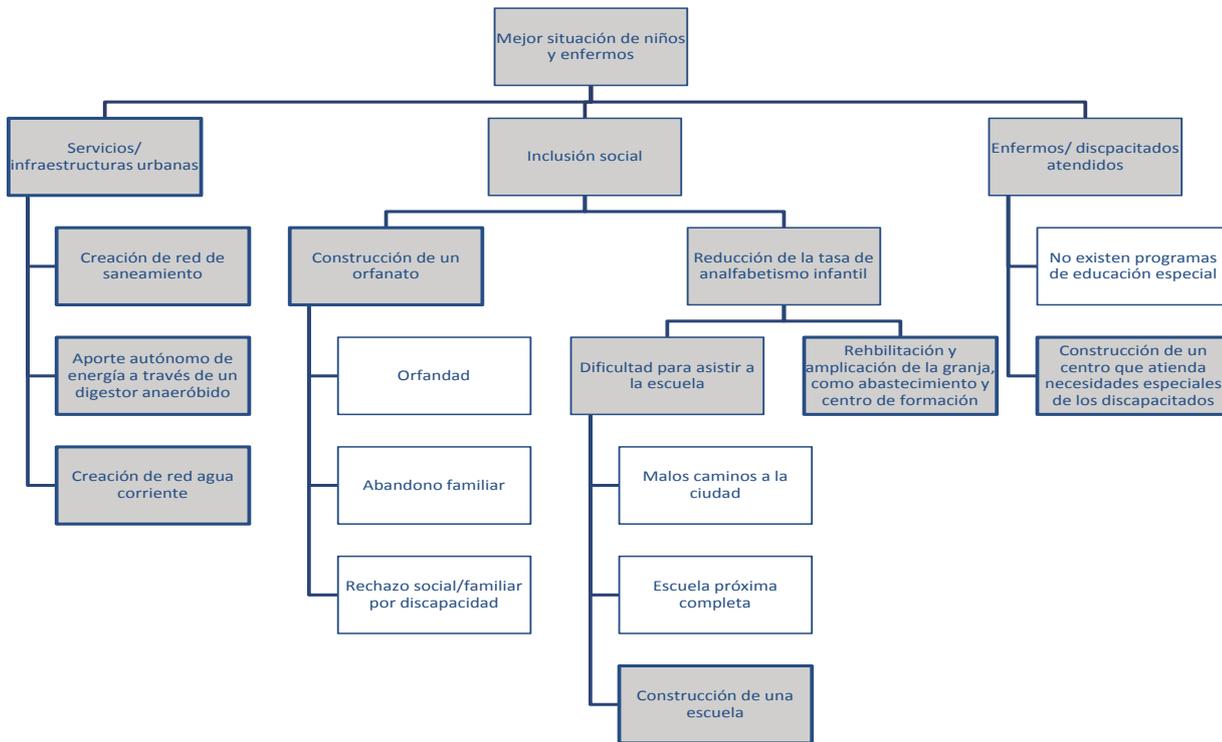
01. Análisis de participación

PARTICIPACIÓN		Excluidos/ Neutrales	Perjudicados/ Oponentes
Beneficiarios directos	Beneficiarios indirectos		
Enfermos	Familias de enfermos		
Niños huérfanos	Jóvenes aldeas cercanas		
	Aldea (infraestructura)		
	Comunidad (valores sociales, recursos)		
	Empresas de la zona (empleo y recursos materiales y tecnológicos del proyecto)		
	Cooperantes del Norte (experiencia)		

02. Análisis de problemas



03. Análisis de objetivos



04. Análisis de alternativas

ALTERNATIVAS	construcción in situ							
	cocida	tierra			homigón			madera/bambú
adobe		tapial	cruda PISE	superadobe	cob			
coste	alto	muy bajo	muy bajo	medio	medio	muy bajo	muy alto	alto
tiempo	medio	muy alto	medio	alto	bajo	medio	medio	medio
sostenibilidad	media	muy alta	muy alta	muy alta	muy alta	muy alta	baja	alta
impacto género	medio	alto	alto	alto	alto	alto	alto	alto
participación	alta	muy alta	muy alta	muy alta	muy alta	muy alta	muy alta	muy alta
formación población	alta	muy alta	muy alta	muy alta	muy alta	muy alta	muy alta	medio
aceptación	alta	muy alta	muy alta	muy alta	baja	muy alta	baja	muy alta
impulso de lo local	medio	muy alto	muy alto	muy alto	muy alto	muy alto	bajo	muy alta
durabilidad	alta	muy baja	muy baja	muy baja	muy baja	muy baja	media	media
disponibilidad	baja	muy alta	alta	alta	alta	alta	nula	media
viabilidad	baja	muy alta	muy alta	media	muy alta	muy alta	baja	baja

construcción prefabricada			construcción mixta				
taller	importada		Acero+Tierra cruda				
	metálica	hormigón	metálica	Acero+Hormigón	Adobe	Cob	PISE
medio	muy alto	muy alto	muy alto	medio	medio	alto	coste
medio	bajo	muy bajo	medio	medio/alto	medio	bajo	tiempo
alta	muy baja	baja	muy baja	muy alta	muy alta	muy alta	sostenibilidad
bajo	muy bajo	muy bajo	baja/media	alto	alto	alto	impacto género
media	muy baja	muy baja	media	muy alta	muy alta	media	participación
muy alta	nula	nula	media	muy alta	muy alta	muy alta	formación población
alta	muy baja	muy baja	medio	alta	alta	alta	aceptación
muy alto	nulo	muy baja	medio	muy alto	muy alto	muy alto	impulso de lo local
muy alta	muy alta	muy alta	muy alta	media/muy alta(*)	media/muy alta(*)	alta/muy alta(**)	durabilidad
alta	nula	nula	nula	media	alta	alta	disponibilidad
media	nula	nula	nula	muy alta	muy alta	muy alta	viabilidad

(*) media en el acabado de adobe, muy alta en la estructura base de la vivienda

(**)alta en el acabado de PISE, muy alta en la estructura base de la vivienda

05. Análisis de actividades

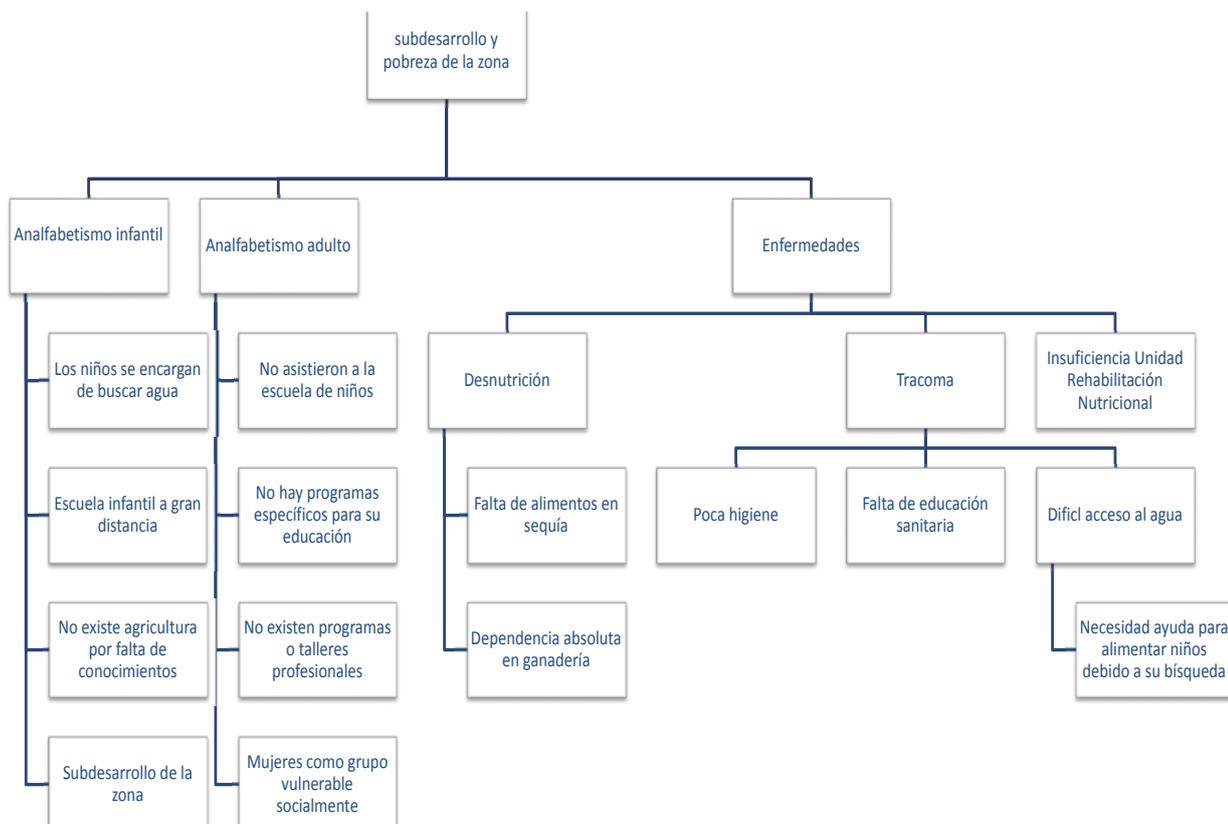
	lógica intervención	indicadores	fuentes verificación	hipótesis	
objetivo global	Desarrollar una aldea-orfanato para enfermos y discapacitados, atendiendo a huérfanos y abandonados	1. Grado de ejecución de la infraestructura 2. Utilización y mantenimiento de la infraestructura	1. Uso de la infraestructura 2. Informe de los beneficiarios		
objetivos específicos	1. Dar a conocer la labor de Obra da Rúa en Malanje	1. Talleres y conferencias del proyecto social	1. Registro de asistencia a los talleres		
	2. Construcción de las infraestructuras civiles (red de saneamiento, abastecimiento de agua y energía eléctrica).	1. Disminución de enfermedades relacionadas con el acceso al agua 2. Producción propia de energía	1. Informes del personal sanitario del proyecto 2. Registro de la energía producida/consumida		
	3. Construcción de la Casa Madre (comedor, cocina, despensa, enfermería, sala de encamados)	1. Grado de ejecución de la infraestructura 2. Utilización y mantenimiento de la infraestructura 3. Mejora de las condiciones (sanitarias, alimentarias,..) de los enfermos	1. Uso de la infraestructura 2. Informe de los beneficiarios 3. Informes del centro, de la evolución de los enfermos		
	4. Construcción de la Escuela/Taller (aulas y talleres)	1. Grado de ejecución de la infraestructura 2. Utilización y mantenimiento de la infraestructura 3. Disminución de la tasa de analfabetización de la zona 4. Producción de los recursos que <u>mantiene el centro</u> 5. Desarrollo de actividades productivas de los huérfanos del centro	1. Uso de la infraestructura 2. Informe de los beneficiarios 3. Informes del centro, de las asociaciones 4. Informes del centro 5. Informes de los beneficiarios, registro de la actividad <u>productiva</u>		
	5. Construcción de las edificaciones aldeñas de los niños	1. Grado de ejecución de la infraestructura 2. Utilización y mantenimiento de la infraestructura	1. Uso de la infraestructura 2. Informe de los beneficiarios		
	6. Ampliación de la Granja	1. Grado de ejecución de la <u>infraestructura</u> 2. Utilización y mantenimiento de la <u>infraestructura</u> 3. Producción de recursos alimenticios del centro. 4. Desarrollo de actividades productivas	1. Uso de la infraestructura 2. Informe de los beneficiarios 3. Informe del centro 4. Registro de la actividad <u>productiva</u>		
		recursos	costes		
	actividades	1. Conferencias y talleres de la labor en Malanje.	Docentes, materiales documentativos del proyecto.		
		2. Construcción de las redes e infraestructuras	Arquitectos, personal técnico, permisos legales, materiales y maquinaria, transporte, mano de obra		
		3-6.1. Estudio de las construcciones locales semejantes	Arquitectos, beneficiarios		
		3-6.2 Estudio y utilización de los materiales y mercados locales	Personal técnico, transporte		
		3-6.3. Formación de la mano de obra.	Personal técnico, mano de obra, material y maquinaria		
3-6.4. Talleres de participación en diseño/ejecución.		Personal técnico, mano de obra, beneficiarios			
3-6.5. Análisis de las condiciones climáticas para adecuación al clima y uso		Personal técnico			
3-6.6. Investigación de las tradiciones para la aceptación.	Personal técnico, beneficiarios				
				condiciones previas El gobierno local autoriza la construcción de los centros sociales (escuelas/ orfanatos/ talleres), promoviendo su uso. Firma de los Ministerios con las competencias pertinentes.	

B2. Kenia.

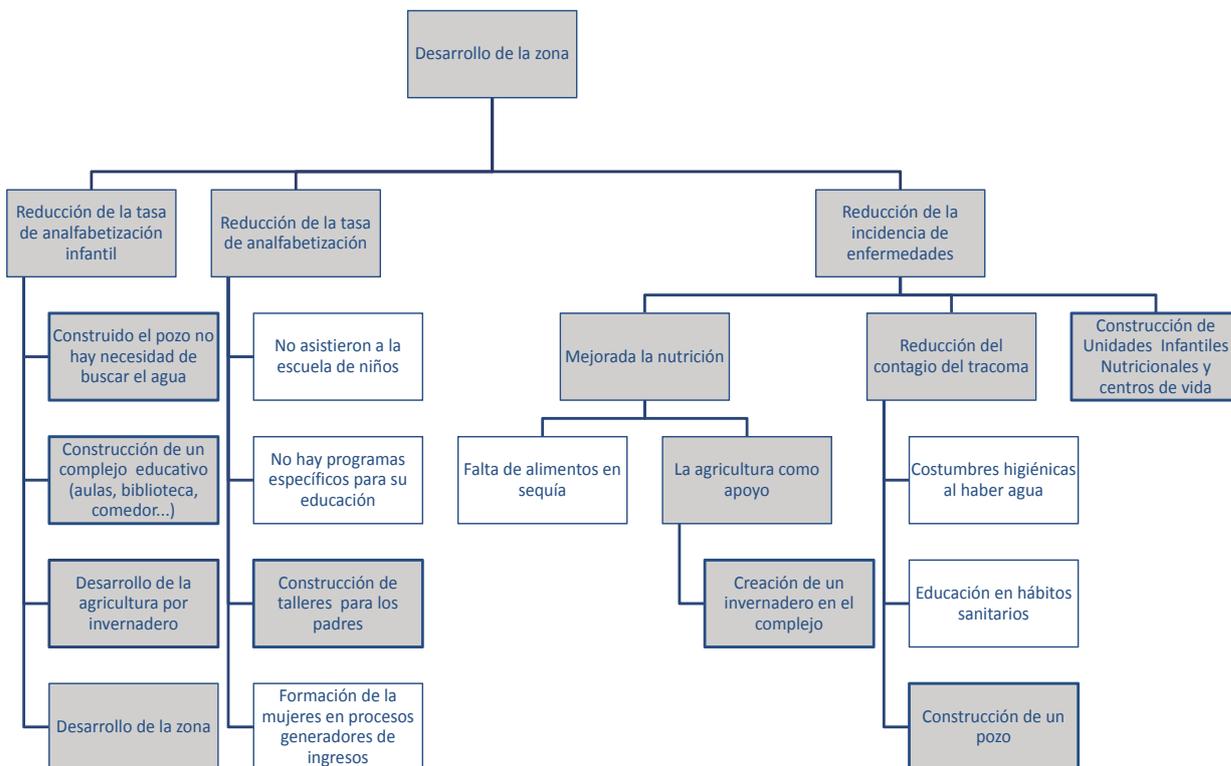
01. Análisis de participación

PARTICIPACIÓN			
Beneficiarios directos	Beneficiarios indirectos	Excluidos/ Neutrales	Perjudicados/ Oponentes
Niños	Familias de los b.directos		
Mujeres	Comunidad		
Adultos	Empresas de la zona (empleo)		Mercados de la zona (recursos materiales y tecnológicos)
	Mercados agricultura		

02. Análisis de problemas



03. Análisis de objetivos



04. Análisis de alternativas

criterios	construcción in situ							
	tierra						homigón	madera/bambú
	cocida	adobe	tapial	cruda PISE	superadobe	cob		
coste	alto	muy bajo	muy bajo	muy bajo	muy bajo	muy bajo	medio	bajo
tiempo	medio	alto	medio	bajo	bajo	medio	medio	medio
sostenibilidad	media	muy alta	muy alta	muy alta	muy alta	muy alta	baja	alta
impacto género	medio	alto	alto	alto	alto	alto	alta	alto
participación	alta	muy alta	muy alta	media	muy alta	muy alta	muy alta	muy alta
formación población	alta	muy alta	muy alta	muy alta	muy alta	muy alta	muy alta	medio
aceptación	media	muy alta	muy alta	media	baja	muy alta	media	muy alta
impulso de lo local	medio	muy alto	muy alto	alto	muy alto	muy alto	alto	muy alta
durabilidad	alta	muy baja	baja	baja	media	muy baja	muy baja	media
disponibilidad	nula	alta	alta	nula	nula	alta	media	media/alta
viabilidad	nula	muy alta	muy alta	baja	baja	muy alta	media	media/alta

construcción prefabricada importada			construcción mixta Acero+Tierra cruda				
metálica	hormigón	metálica	Acero+Hormigón	Adobe	Cob	PISE	
medio	alta	muy alto	muy alto	medio	medio	alto	coste
medio	bajo	muy bajo	medio	medio	medio	bajo	tiempo
media	muy baja	baja	muy baja	alta	alta	alta	sostenibilidad
bajo	muy bajo	muy bajo	baja/media	alto	alto	medio	impacto género
media	muy baja	muy baja	media	alta	alta	media	participación
media	nula	nula	media	alta	alta	media	formación población
bajo	muy baja	muy baja	medio	alta	alta	media	aceptación
bajo	muy bajo	muy bajo	medio	alto	alto	bajo	impulso de lo local
alta	muy alta	muy alta	muy alta	media/alta	media/alta	alta	durabilidad
nula	nula	muy alta	alta	alta	alta	baja	disponibilidad
nula	nula	muy baja	media	alta	alta	baja	viabilidad

(*) media en el acabado de adobe, muy alta en la estructura base de la vivienda
 (**)alta en el acabado de PISE, muy alta en la estructura base de la vivienda

05. Análisis de actividades

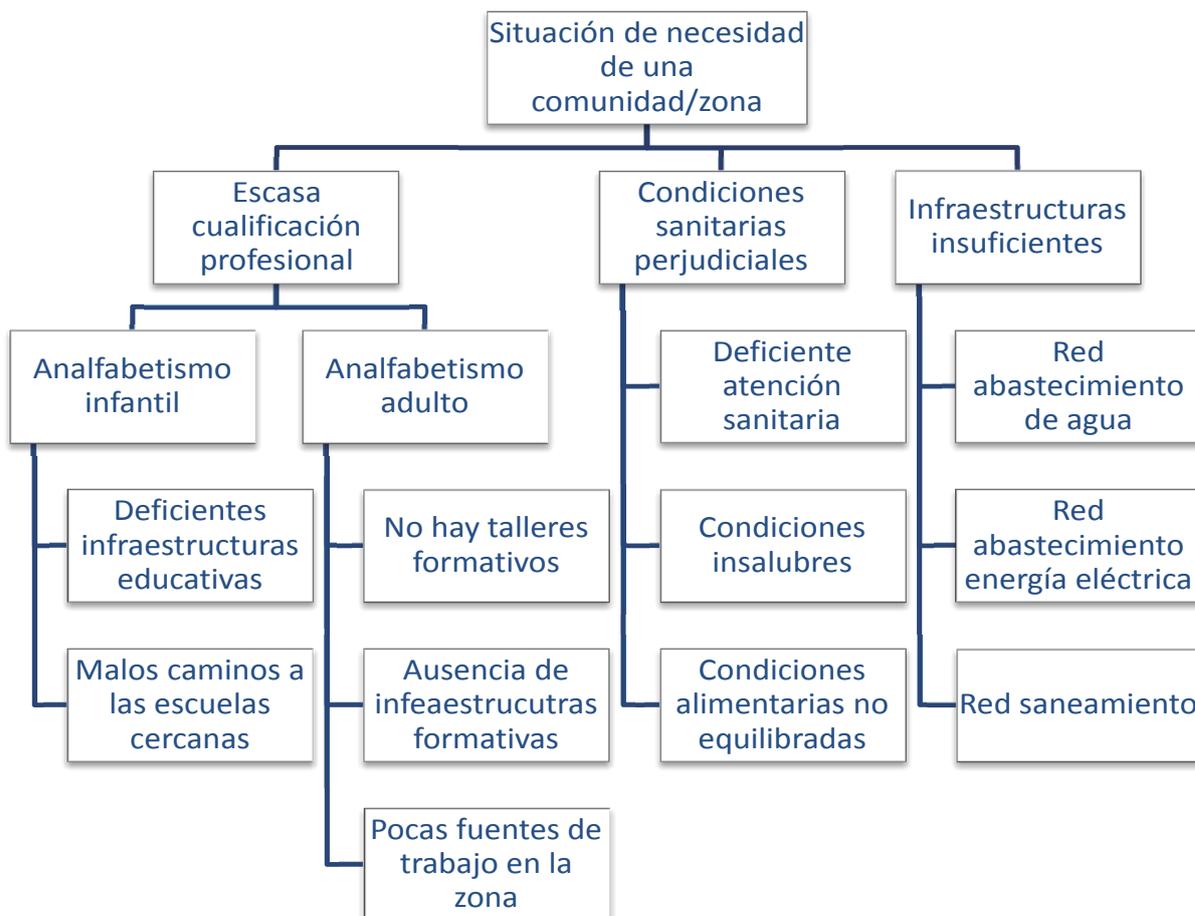
	lógica intervención	indicadores	fuentes verificación	hipótesis
objetivo global	Mejorar las condiciones sanitarias y educativas de niños y mujeres de Nariokotome	1. Grado de ejecución de la estructura	1. Informes de las INU y educadores	
		2. Utilización y mantenimiento de la estructura	2. Uso de la infraestructura	
			3. Informe de los beneficiarios	
objetivos específicos	1. Promover la alfabetización.	1. Disminución de la tasa de analfabetización (infantil y adulta)	1. Informes de los propios beneficiarios, asociaciones	
		2. Participación de los padres en las actividades formativas de la aldea	2. Informes de los educadores	
		3. Utilización y mantenimiento de la escuela	3. Uso de la infraestructura	
		4. Realización de empleos en la zona y	4. Informe de los beneficiarios	
	2. Proporcionar agua potable.	1. Disminución de enfermedades	1. Informes del Departamento del Agua, las INUs y educadores	
		2. Asistencia de los niños a la escuela		
	3. Promover la agricultura como medio de subsistencia.	1. Disminución del hambre en época de sequía	1. Informes del Departamento del Agua y Departamento de Agricultura	
		2. Dieta equilibrada de los niños		
		3. Utilización y mantenimiento del invernadero	2. Uso de la infraestructura 3. Informe de los beneficiarios	
	4. Mejorar la dieta y la sanidad de los niños de la zona.	1. Disminución de enfermedades	1. Informes de las INU y educadores	
		2. Asistencia de los niños a la escuela		
		3. Utilización y mantenimiento de las INU	2. Uso de la infraestructura	
3. Informe de los beneficiarios				
actividades		recursos	costes	
	1.1. Crear un ambiente de aprendizaje adecuado construyendo un centro permanente.	Arquitectos, permisos legales, materiales y maquinaria, transporte, docentes, mano de obra		
	1.2. Fortalecimiento de la capacidad de los padres. Participación en los seminarios y comité del centro.	Docentes, infraestructura		
	1.3. Promoción de la lengua inglesa.	Docentes, infraestructura		
	2.1. Construcción de un pozo.	Arquitectos, personal técnico, permisos legales, materiales y maquinaria, transporte, mano de obra		
	2.2. Acceso al agua y educación en las prácticas de higiene y saneamiento.	Docentes, infraestructuras (docente y civil básica)		
	3.1. Construcción de un invernadero como modelo.	Arquitectos, personal técnico, permisos legales, materiales y maquinaria, transporte, mano de obra		
	3.2. Enseñanza de las prácticas agrícolas (también a los profesores para que actúen como promotores).	Docentes, infraestructuras (docente y productiva)		
	4.1. Construcción de las Unidades Infantiles Nutricionales y el Centro Materno-Infantil	Arquitectos, personal técnico, permisos legales, materiales y		
	4.2. Coordinación de las actividades de las INU y Centro Materno-Infantil (cheques, comidas, talleres...)	Infraestructuras sanitarias, personal sanitario		
	4.3. Enseñanza en las prácticas higiénicas.	Personal sanitario y docentes		

B3. Marco Lógico Propio.

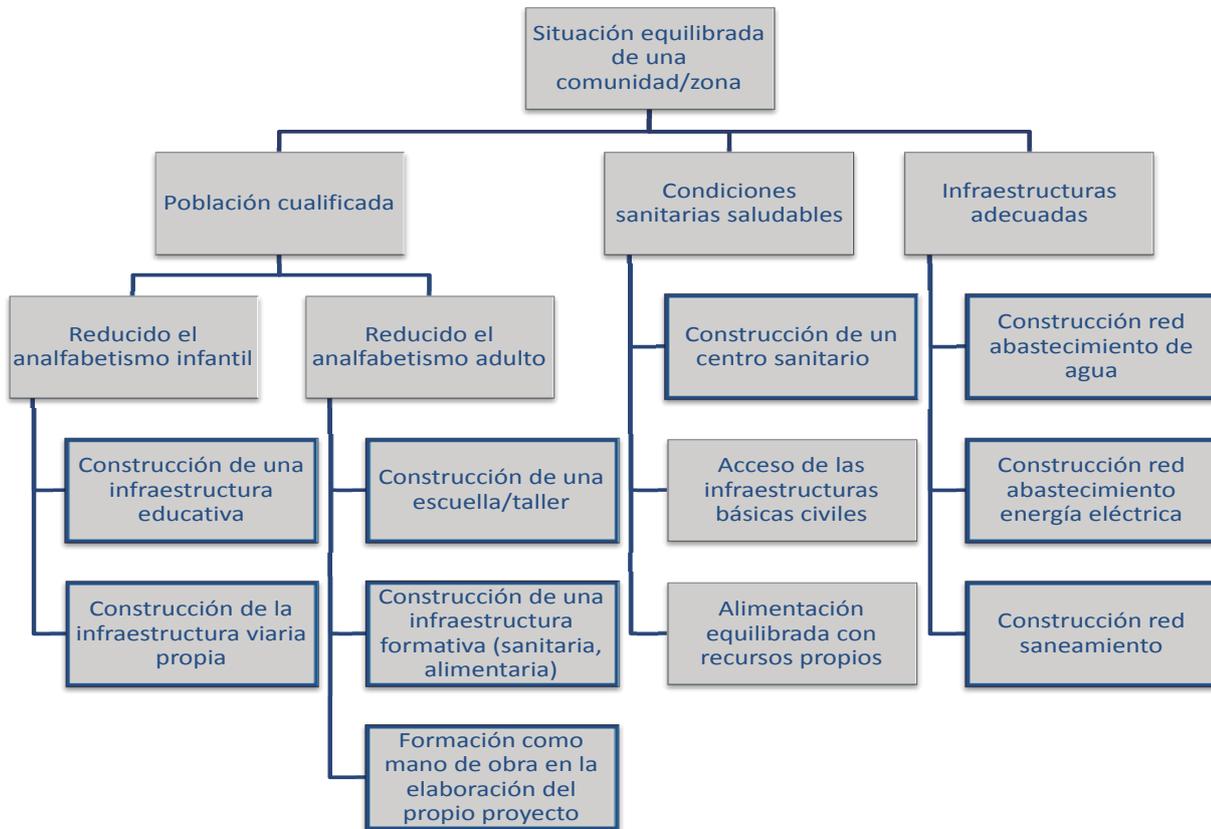
01. Análisis de participación

PARTICIPACIÓN			
Beneficiarios directos	Beneficiarios indirectos	Excluidos/ Neutrales	Perjudicados/ Oponentes
Niños	Familias de b.directos		
Adultos	Aldea (infraestructura)		
	Comunidad (valores sociales, recursos)		
	Empresas de la zona (actividades productivas y recursos materiales y tecnológicos del proyecto)		

02. Análisis de problemas



03. Análisis de objetivos



04. Análisis de alternativas

criterios	construcción in situ							
	tierra						homigón	madera/bambú
	cocida	adobe	tapial	cruda PISE	superadobe	cob		
coste	medio	muy bajo	muy bajo	muy bajo	muy bajo	muy bajo	medio	medio
tiempo	medio	muy alto	medio	alto	bajo	medio	medio	medio
sostenibilidad	media	muy alta	muy alta	muy alta	muy alta	muy alta	media	alta
impacto género	medio	alto	alto	alto	alto	alto	alto	alto
participación	alta	muy alta	muy alta	muy alta	muy alta	muy alta	muy alta	muy alta
formación población	alta	muy alta	muy alta	muy alta	muy alta	muy alta	muy alta	muy alta
aceptación	alta	muy alta	muy alta	muy alta	muy alta	muy alta	muy alta	muy alta
impulso de lo local	alta	muy alta	muy alta	muy alta	muy alta	muy alta	muy alta	muy alta
durabilidad	media	muy baja	muy baja	muy baja	muy baja	muy baja	muy baja	muy baja
disponibilidad	baja	alta	alta	alta	alta	alta	media	baja
viabilidad	baja	muy alta	muy alta	muy alta	muy alta	muy alta	media	baja

taller	construcción prefabricada			construcción mixta				
	importada			Acero+Tierra cruda				
	metálica	hormigón	metálica	Acero+Hormigón	Adobe	Cob	PISE	
medio	muy alto	muy alto	muy alto	medio	medio	medio	alto	coste
medio	bajo	muy bajo	medio	medio	medio	medio	bajo	tiempo
media	muy baja	baja	muy baja	alta	alta	alta	alta	sostenibilidad
bajo	muy bajo	muy bajo	baja/media	alto	alto	alto	medio	impacto género
media	muy baja	muy baja	media	alta	alta	alta	media	participación
media	nula	nula	media	alta	alta	alta	media	formación población
media	muy baja	muy baja	medio	alta	alta	alta	alta	aceptación
media	muy baja	muy baja	medio	alta	alta	alta	alta	impulso de lo local
alta	muy alta	muy alta	muy alta	media	media	alta	alta	durabilidad
media	media	media	media	media	media	media	media	disponibilidad
baja	muy baja	muy baja	baja/media	alta	alta	alta	alta	viabilidad

05. Análisis de actividades

	lógica intervención	indicadores	fuentes verificación	hipótesis	
objetivo global	Dotar a la zona rural de infraestructuras para acoger y educar a la población infantil	1. Grado de ejecución de la infraestructura 2. Utilización adecuada de la infraestructura 3. Mantenimiento	1. Informes de los propios beneficiarios, asociaciones		
objetivos específicos	1. Realizar una edificación sostenible (constructiva, ambiental, económica y socialmente).	1. Uso mínimo de energías activas 2. Ciclo de vida del proyecto óptimo 3. Aceptación por parte de los beneficiarios	1. Gasto energético 2. Mantenimiento 3. Uso de la infraestructura		
	2. Uso de materiales y mercados locales	1. Conocimiento de la población de los materiales 2. Participación de la población como mano de obra 3. Desarrollo económico de la zona	1. Informes de los beneficiarios 2. Informes económicos de la zona		
	3. Enseñar técnicas de construcción mejoradas para la autodependencia	1. Realización del proyecto por los propios beneficiarios 2. Mantenimiento del proyecto 3. Aplicaciones o copias de los mismos en casos de necesidad	1. Informes de los propios beneficiarios, asociaciones		
	4. Participación activa de la población y sobre todo de los grupos marginales, tanto en diseño como en ejecución	1. Reuniones comunitarias 2. Intervención de todos los grupos en todas las tareas 3. Asignación de responsabilidades a dichos grupos	1. Informes de los propios beneficiarios, asociaciones 2. Reducción de los índices de marginalidad y colaboración como comunidad		
	5. Edificaciones que respondan al clima, uso y tradiciones	1. Utilización adecuada de la infraestructura 2. Mantenimiento 3. Adaptación a las construcciones locales y con posibilidad de reproducción. 4. Gastos y consumos energéticos mínimos (pocos recursos). Ajuste económico. 5. Durabilidad de la misma. Adaptación al clima.	1. Informes de los propios beneficiarios, asociaciones		
		recursos	costes		
	actividades	1.1. Estudio de la zona y sus recursos (ambientales y sociales). Por ejemplo, época de plantación: no hay recursos humanos.	Beneficiarios, materiales		
		1.2. Análisis de la aceptación del proyecto (uso de local/prefabricado)	Beneficiarios, materiales		
		2. Investigación de recursos e infraestructuras	Materiales, maquinaria.		
		3.1. Realizar cursos y manuales de técnicas constructivas	Arquitecto, personal técnico, mano de obra, beneficiarios		
		3.2. Promover la construcción mediante la participación de los grupos	Arquitecto, personal técnico, mano de obra, beneficiarios		
		4. Reuniones con los principales beneficiarios implicando a todos los grupos.	Arquitecto, personal técnico, beneficiarios		
		5.1. Investigación de la cultura y de las tradiciones	Arquitecto, personal técnico, beneficiarios		
		5.2. Construcción que se adecúe al clima y al uso.	Arquitecto, personal técnico, beneficiarios, material y maquinaria, transporte, mano de obra		
					condiciones previas El gobierno local autoriza la construcción de los centros sociales (escuelas/ orfanatos/ talleres), promoviendo su uso. Firma de los Ministerios con las competencias pertinentes.

ANEXO C. Planos Técnicas Constructivas.

ANEXO C. Planos Técnicas Constructivas.	99
STEEL FRAMING + COB	102
STEEL FRAMING + COB. DETALLE.	106
STEEL FRAMING + COB. HUECOS.	107
PREMARCO + PISE.	112
PREMARCO + PISE. DETALLE.	119
PREMARCO + PISE. HUECOS.	120
APERTURA DE HUECOS EN SISTEMA MIXTO.	122
Bibliografía	125

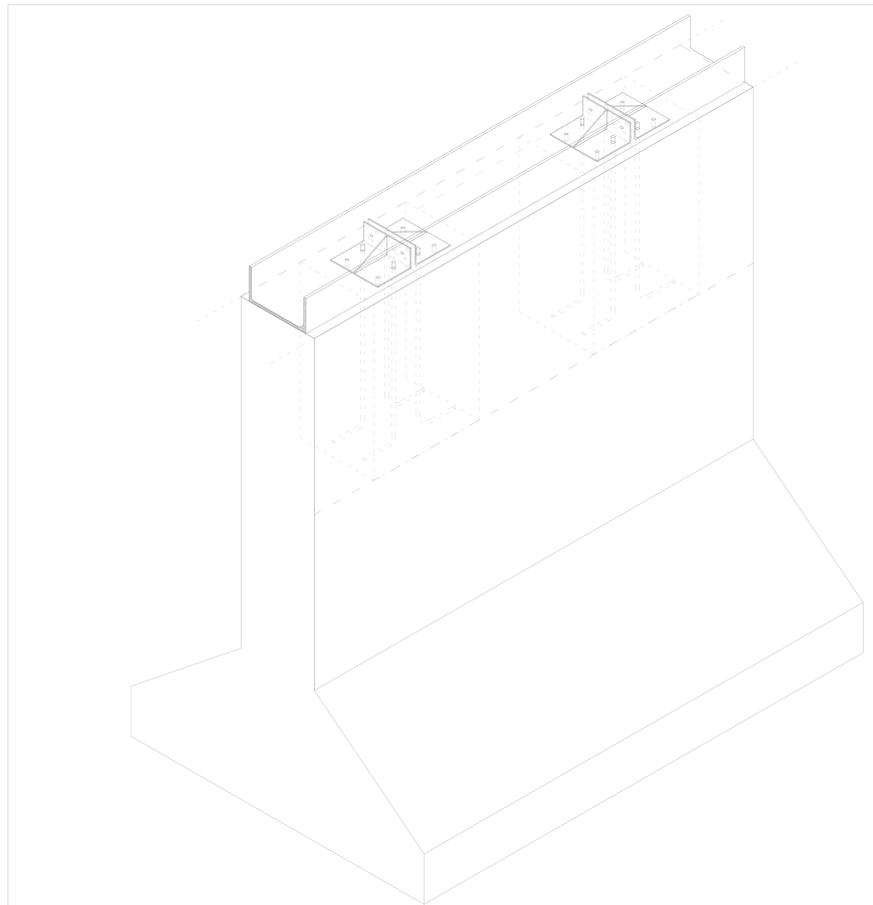
En este anexo se desarrolla de forma gráfica el proceso constructivo de las dos técnicas constructivas mixtas de Acero+Tierra propuestas.

Primero se incluyen los planos de “Steel Framing+COB”, tanto de los paneles normales, como de los paneles en el encuentro con la apertura de huecos.

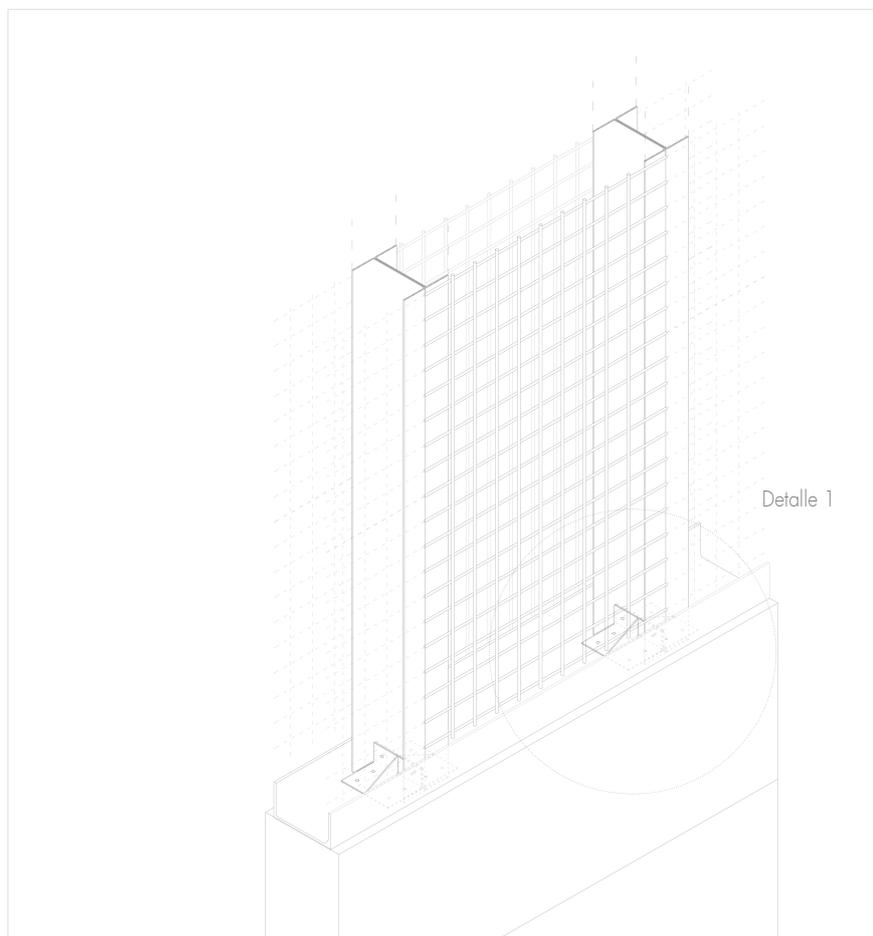
En segundo lugar, los planos de “Premarco+PISE”, de nuevo con la misma estructura de paneles normales y de los paneles con los huecos.

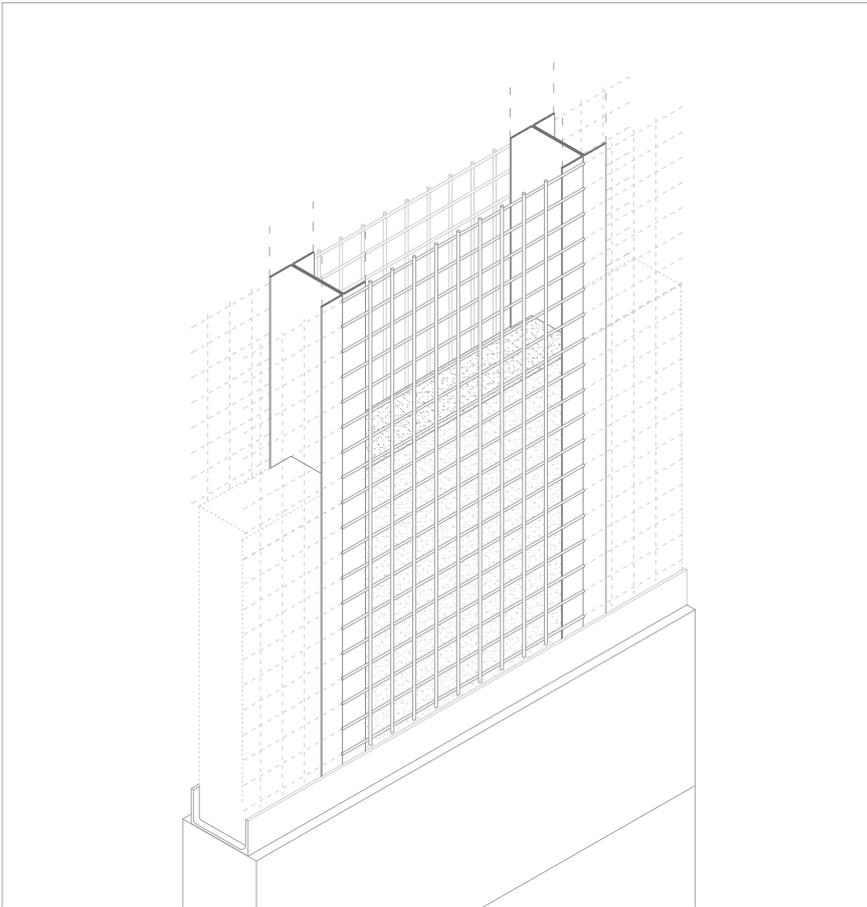
Más tarde se incorpora al anexo un esquema de los vanos y de cómo se adaptan los perfiles a éstos. En ambas técnicas se agregan los detalles necesarios para su comprensión.

C01. Sobre la cimentación típica de la zona (y el sobrecrecido de la misma) se atornilla el perfil base sobre el que descansará toda la estructura. Para poder sujetarlo correctamente y tener cierto margen dimensional al anclar los perfiles a la cimentación, existen unos huecos en el sobrecrecido, en los cuales se colocarán los pernos de anclaje y se rellenarán posteriormente ajustando el sistema de los perfiles con las placas de anclaje.

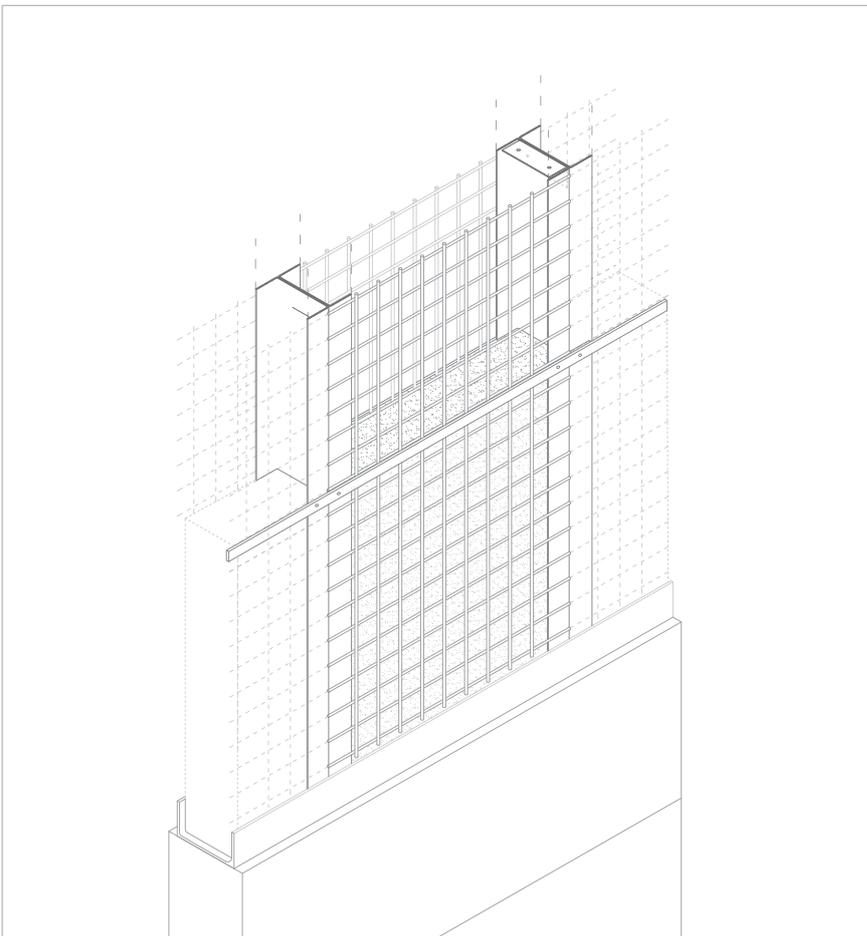


C02. Colocación del sistema Steel Framing, con los perfiles en U enfrentados, y con un mallazo soldado al lateral de los perfiles. Las placas de anclaje sirven de sujeción tanto a la cimentación, como entre perfiles. Se realiza a través de tornillos pasantes. (Ver Detalle 1. Placa de anclaje).





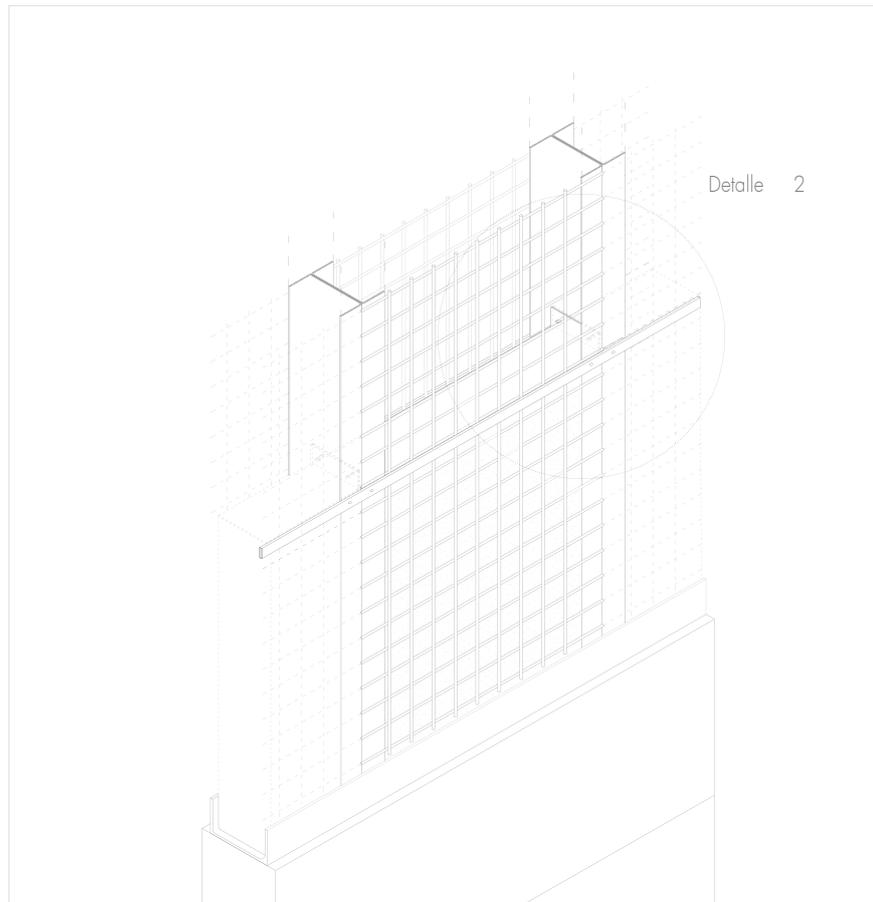
C03. Se rellena de tierra por tongadas. Se va rellenado con una capas, que se dejan secar antes de realizar la siguiente.



C04. Se colocan las cintas, unas pletinas metálicas que forman parte del sistema de rigidización horizontal de la estructura. Las colocaremos cada 50cm. Estas cintas se atornillan a los laterales de los perfiles.

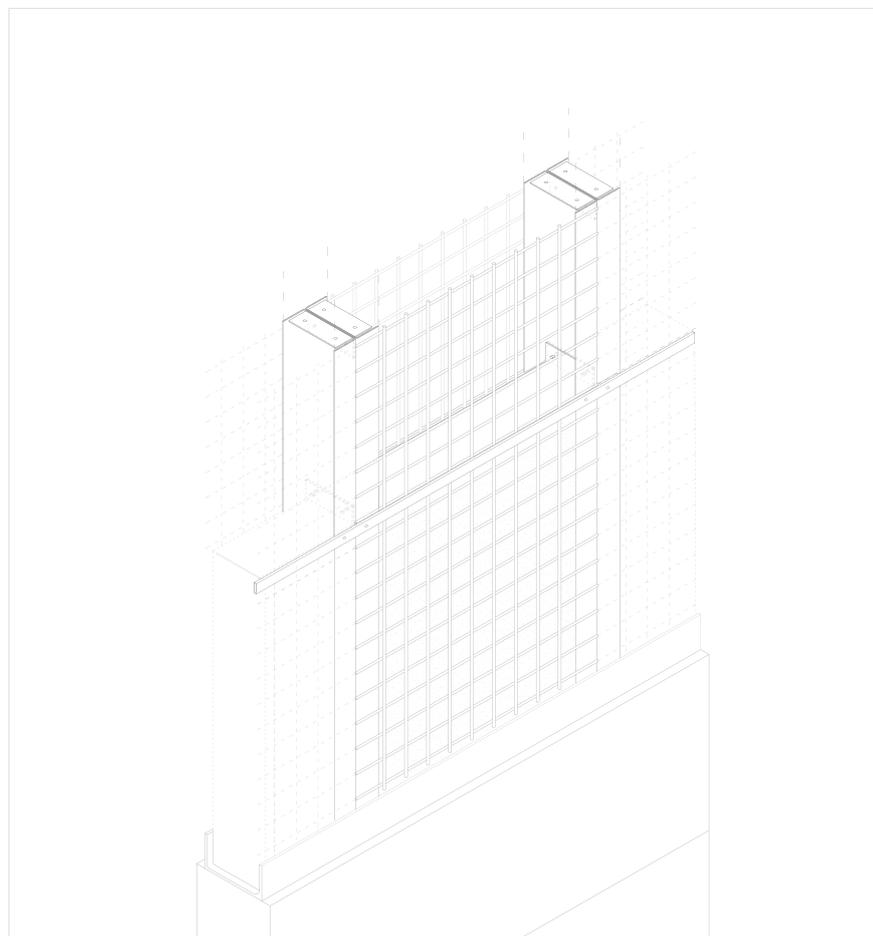
C05. Se colocan unos rigidizadores horizontales entre los perfiles en U. La unión entre estos rigidizadores se realiza a través del mismo perfil y tornillos pasantes, uniendo los perfiles entre sí.

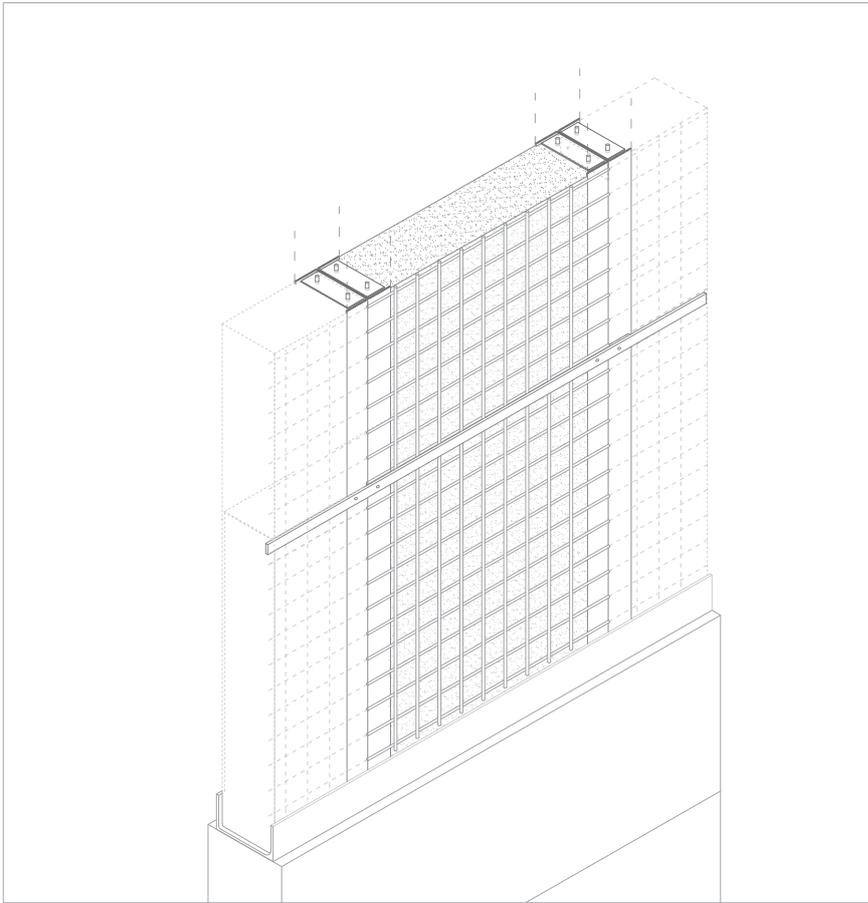
(Ver Detalle 2, unión rigidizadores y perfiles).



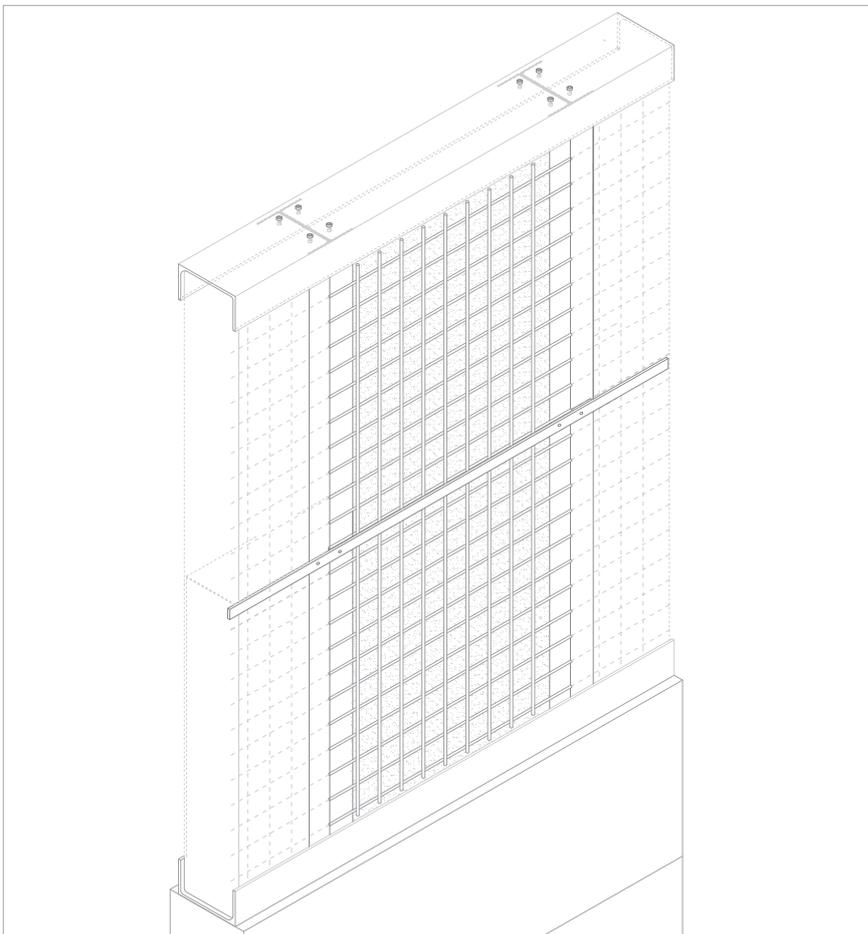
C06. Cuando nos acercamos a la zona superior de la estructura, colocamos las placas de anclaje de los perfiles verticales con el perfil de cubierta. Estos se colocarán antes de realizar la última tongada en tierra, para poder anclarlos bien al alma de los perfiles en U verticales.

En la parte horizontal de las placas de anclaje se dejan ya los tornillos pasantes y se dejan sujetos a la parte inferior. Preparados para cuando coloquemos la viga de cubierta, sujetarlos por la parte superior de dicha viga.





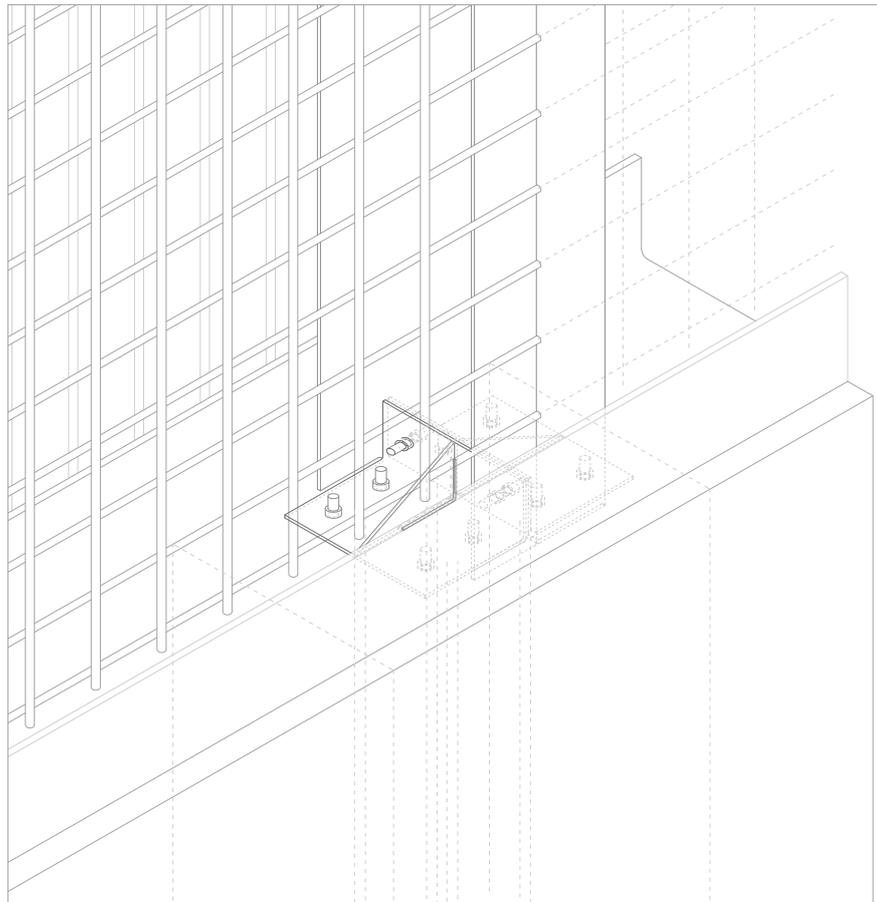
C07. Se rellena la última tongada de tierra.



C08. Se dispone la viga de cubierta (el mismo perfil empleado en el anclaje con la cimentación). Se sujetan los tornillos pasantes dejados de la placa de anclaje.

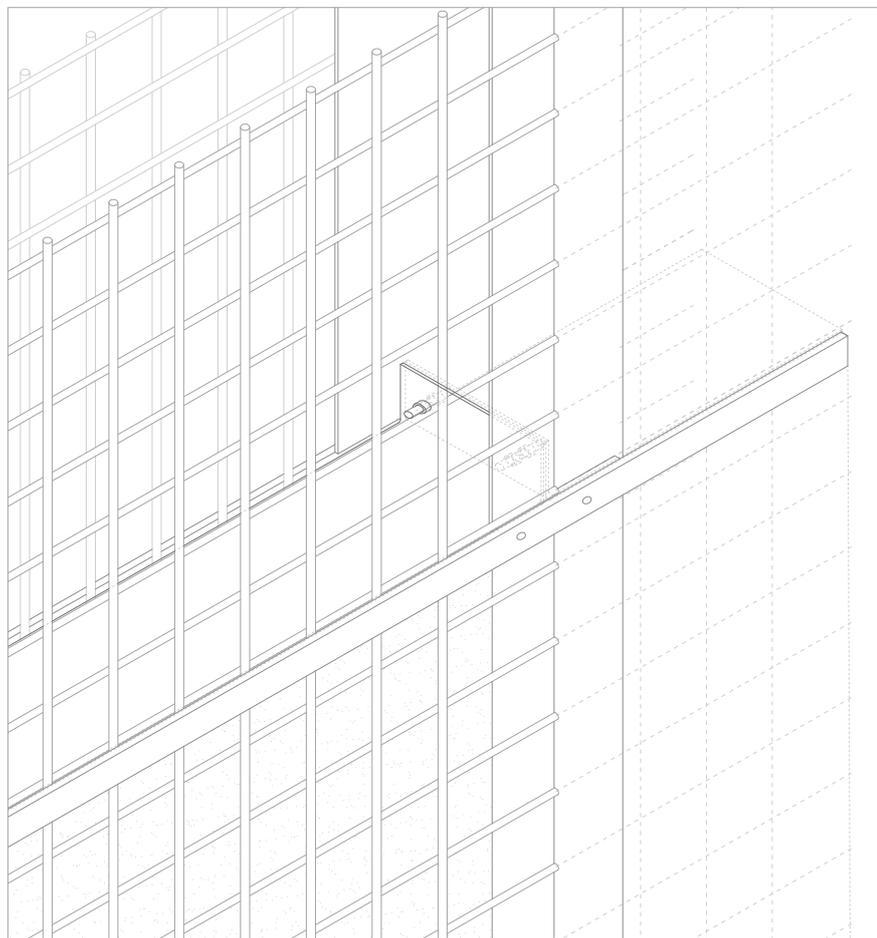
C09. Detalle 1. Placa de anclaje.

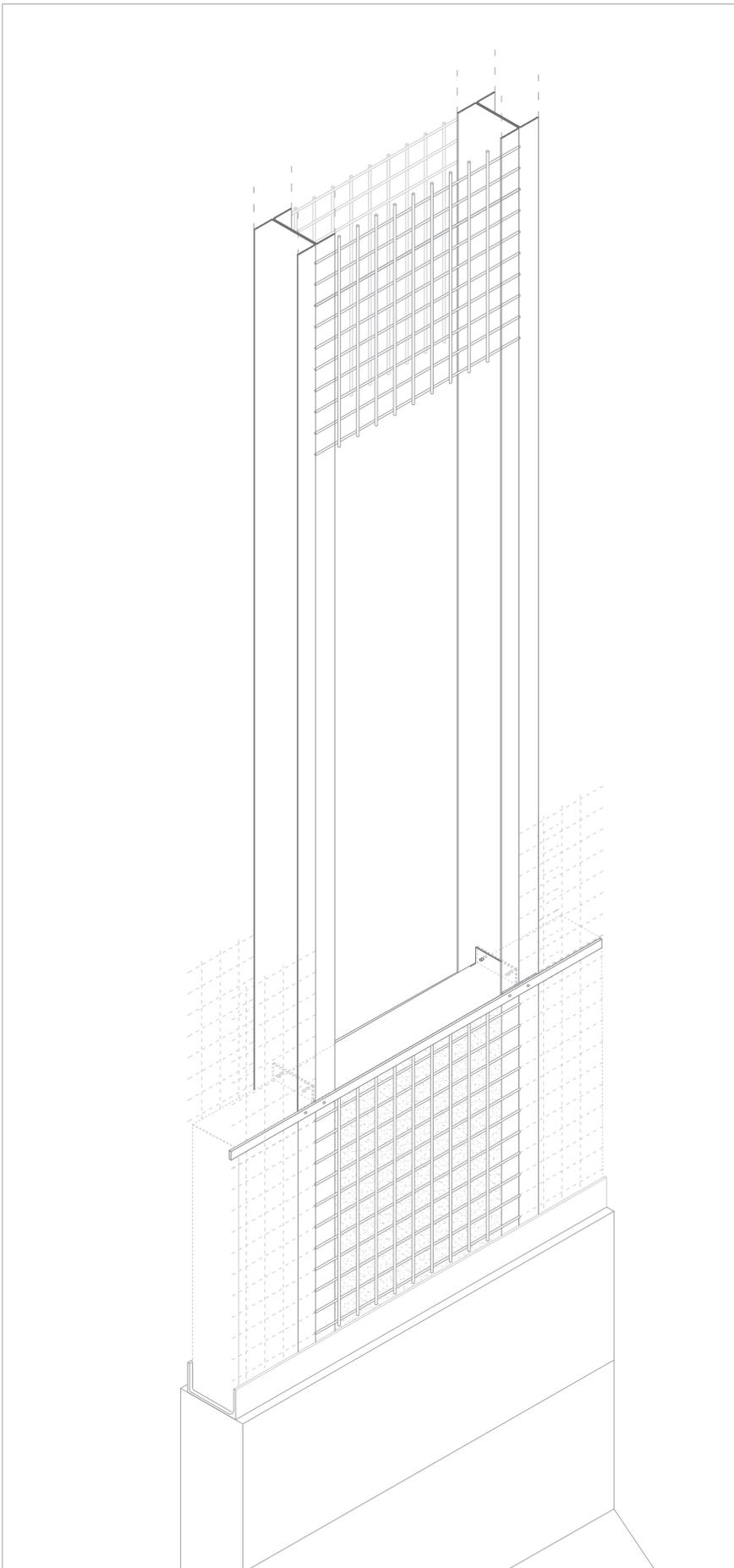
Detalle de la unión a través de la placa de anclaje con los pernos de la cimentación y la sujeción entre perfiles. La placa de anclaje consta de una cartela con cordón de soldadura por puntos. Para asegurar bien la transición hacia la cimentación, consta de 4 tornillos, los dos que corresponden a los pernos y otros dos sencillos adicionales para asegurar la sujeción y para ayudar a la colocación de la placa. Entre perfiles con dos tornillos es suficiente, pues en su desarrollo en altura constará de más sujeciones que aseguran su trabajo continuo.



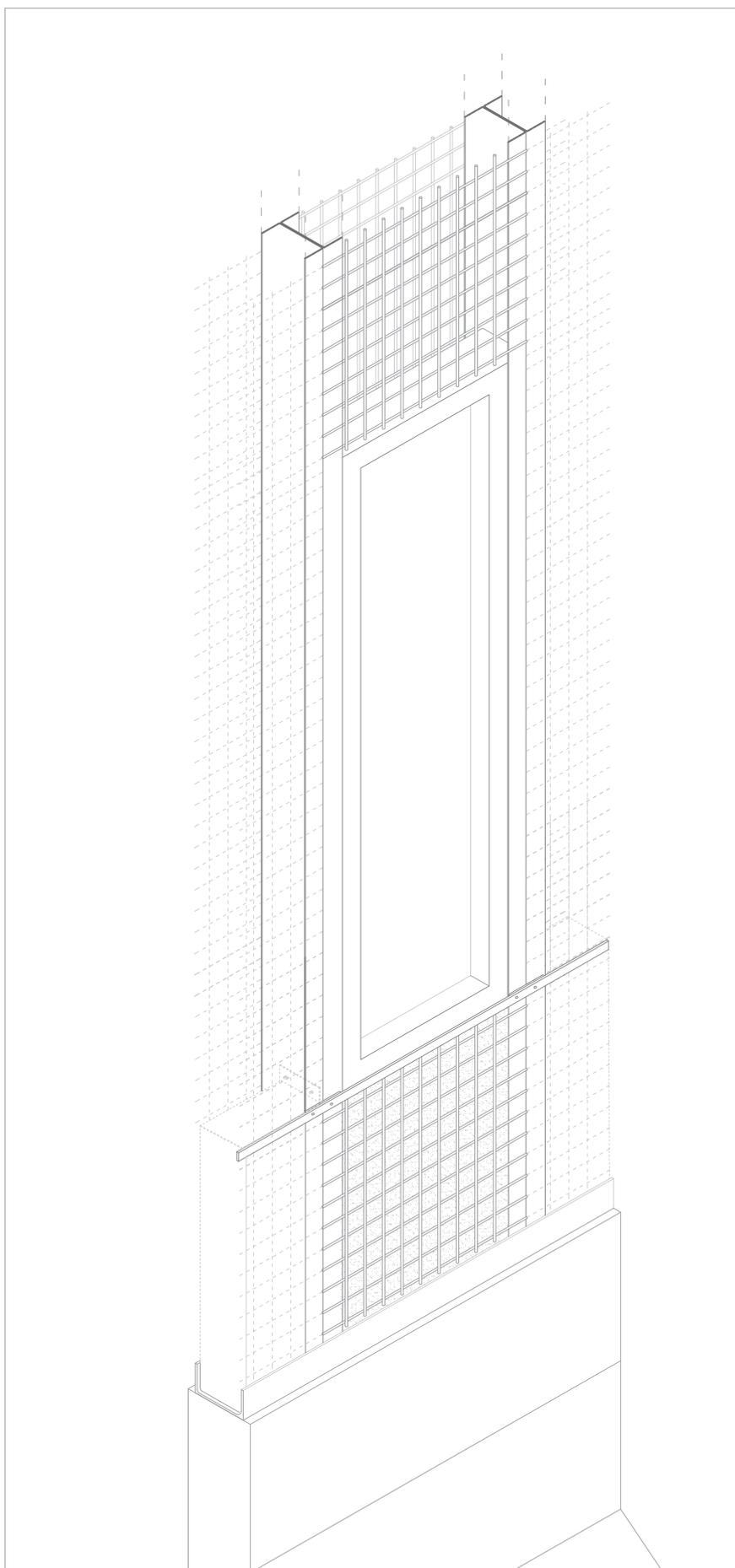
C10. Detalle 2. Unión rigidizadores.

Detalle del perfil de rigidización horizontal y su unión entre perfiles a través de tornillos pasantes.

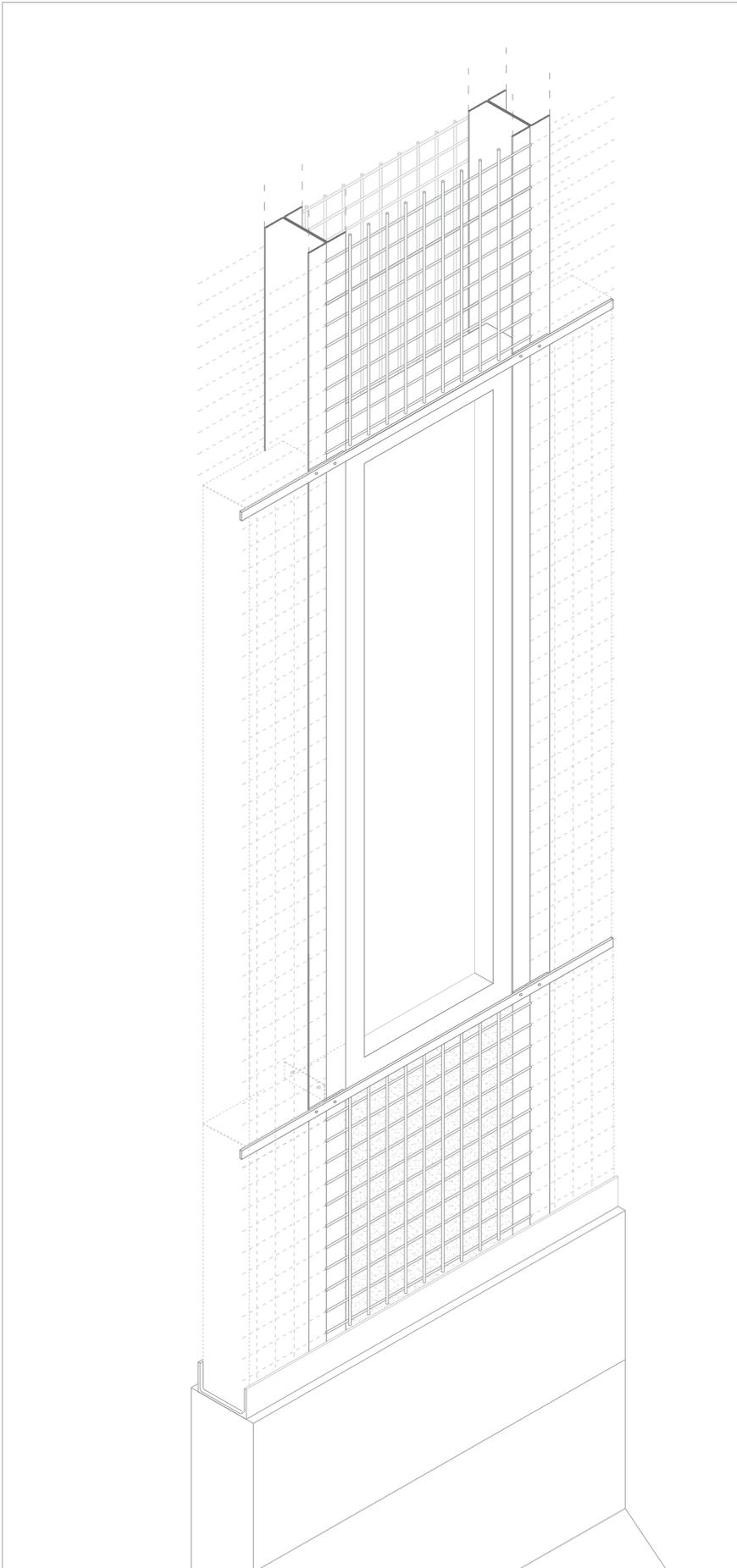




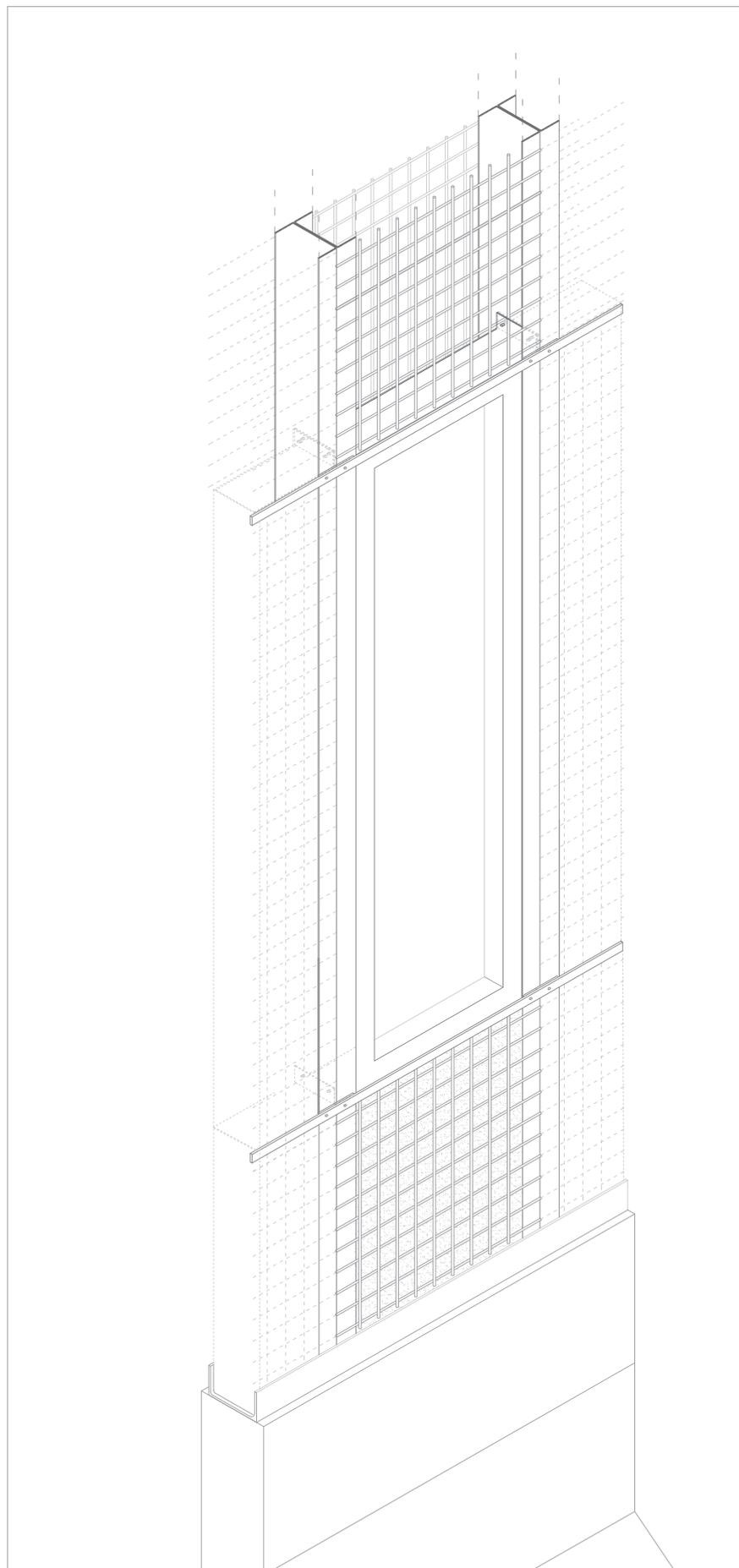
C11. Para la colocación de las ventanas se parte desde la colocación de las cintas y los rigidizadores horizontales (FIG C05) a la altura del vano (modulación vertical de 50cm.)



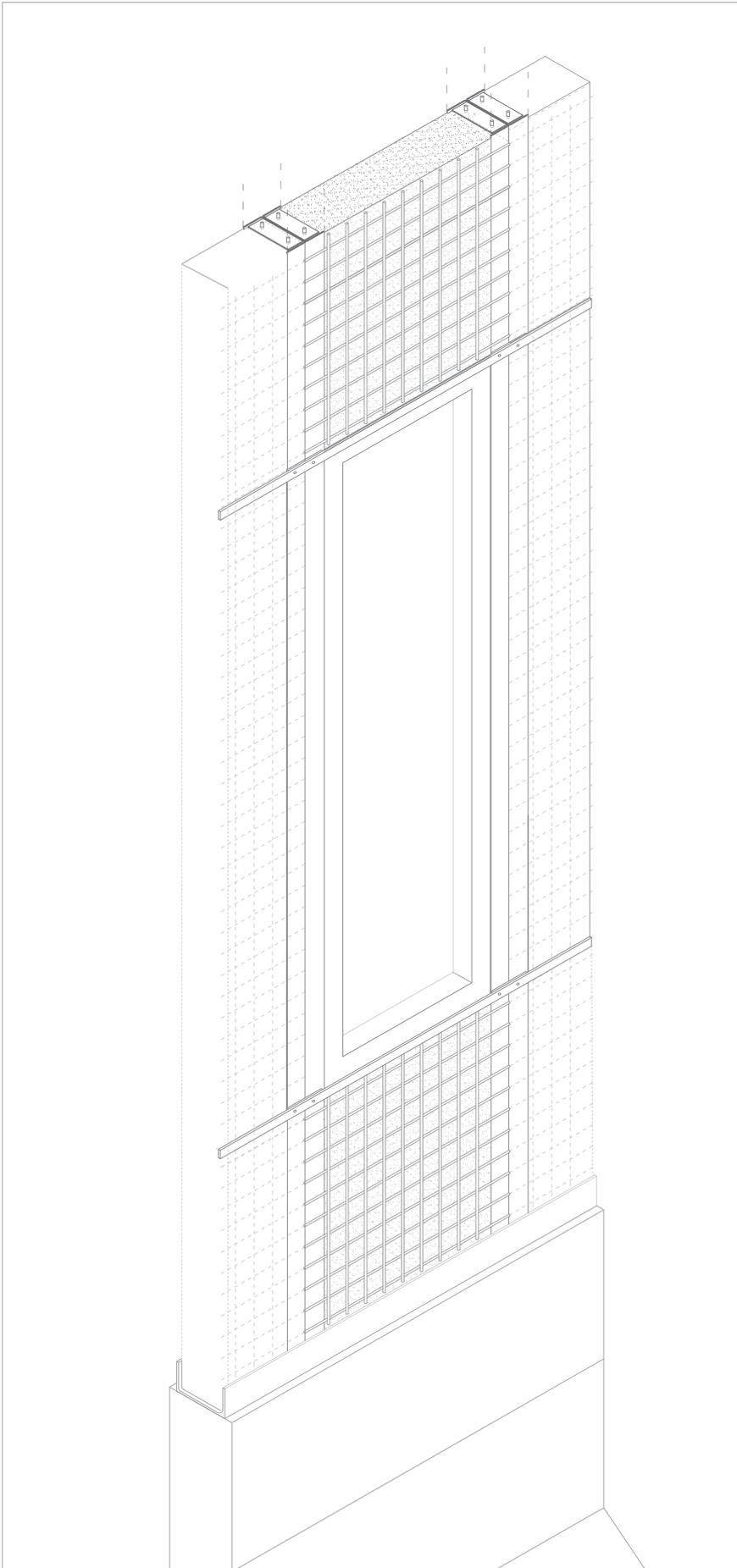
C12. Se instala en el ancho del muro el marco de la ventana, introduciéndolo desde arriba. Este marco se apoya en los rigizadores y se mantiene fijo gracias a las alas de los perfiles en U.



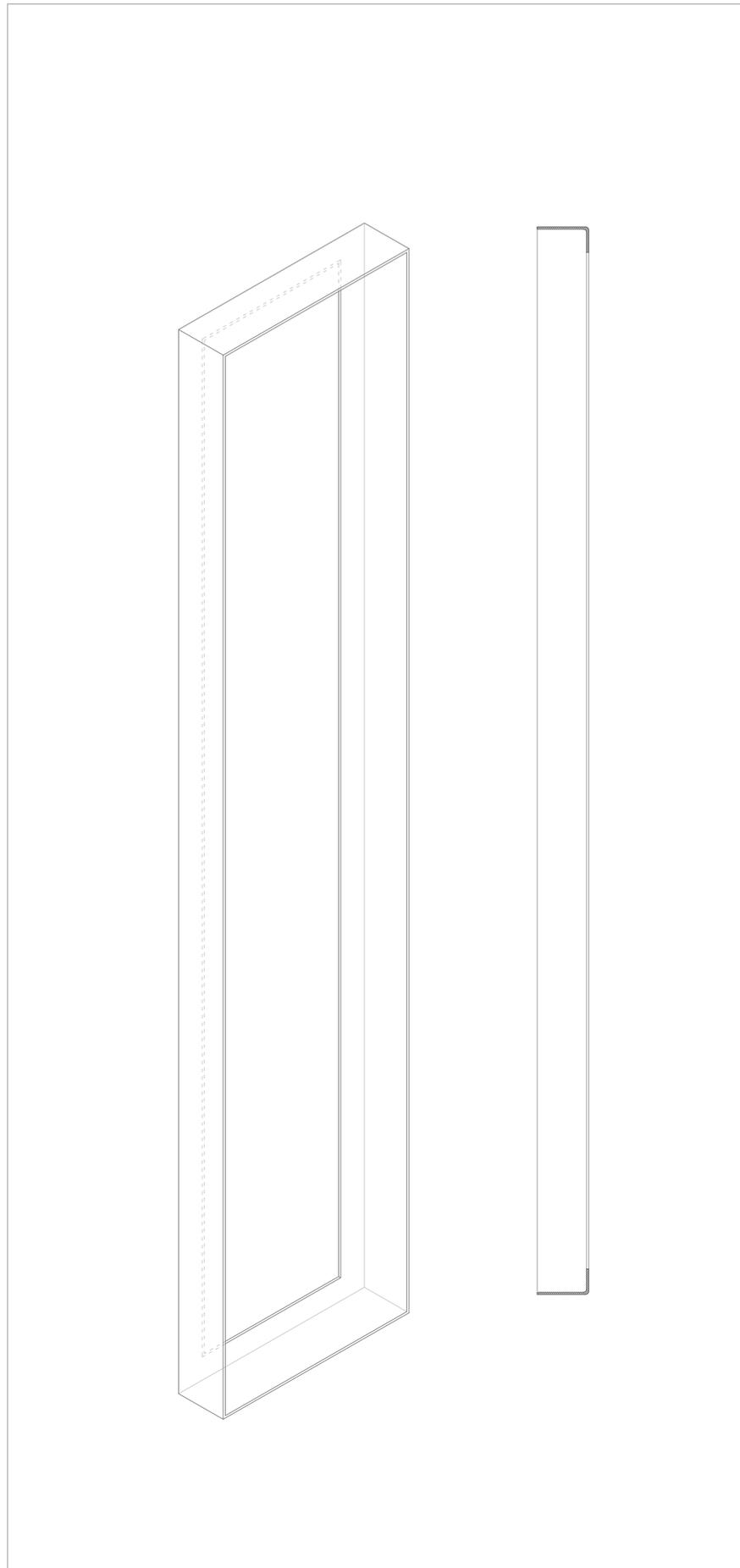
C13. Una vez instalado el marco, se coloca otra cinta en la parte superior del marco. (El hueco de la ventana sigue la modulación vertical de las cintas y rigidizadores)



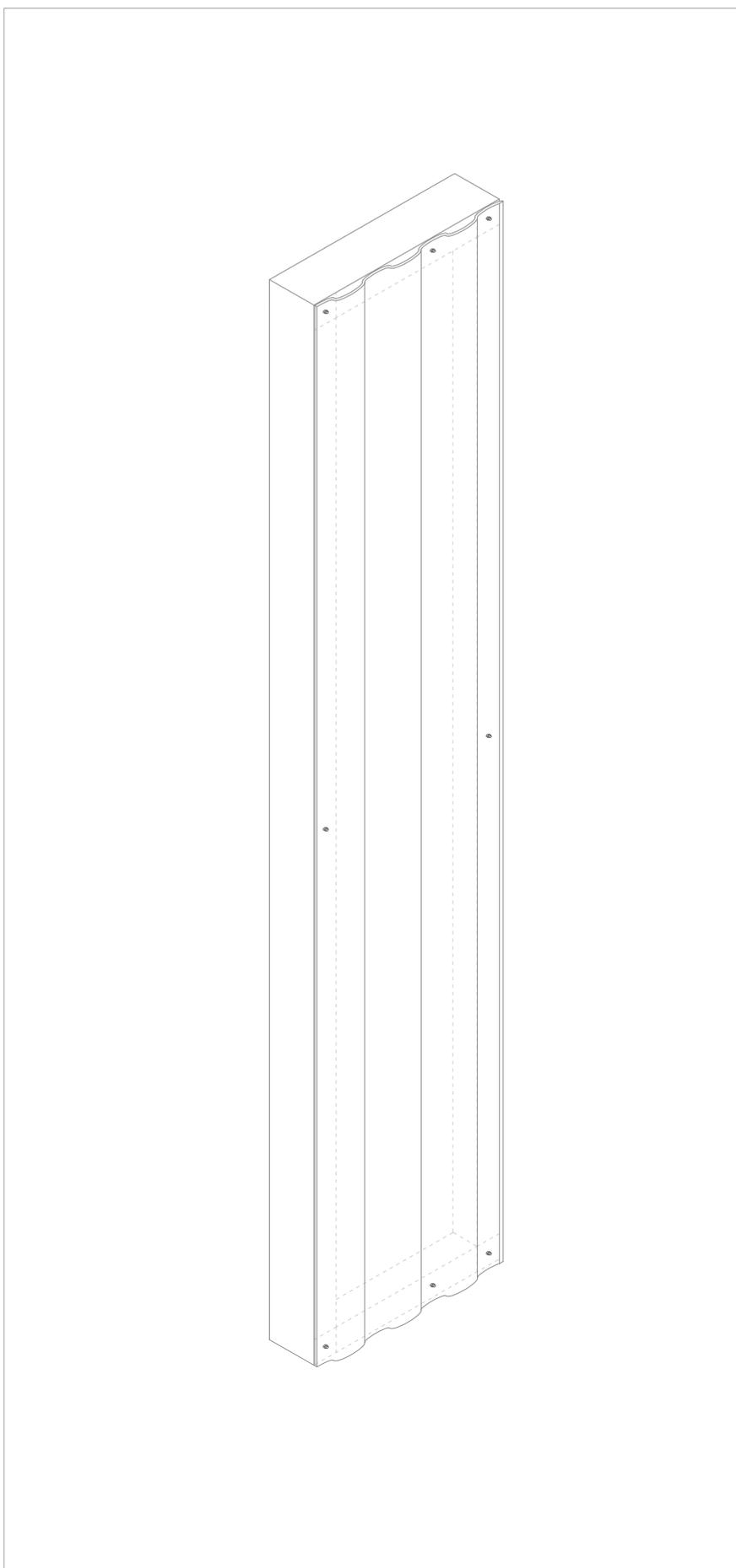
C14. Al seguir la modulación vertical, se coloca el rigidizador horizontal encima del marco.



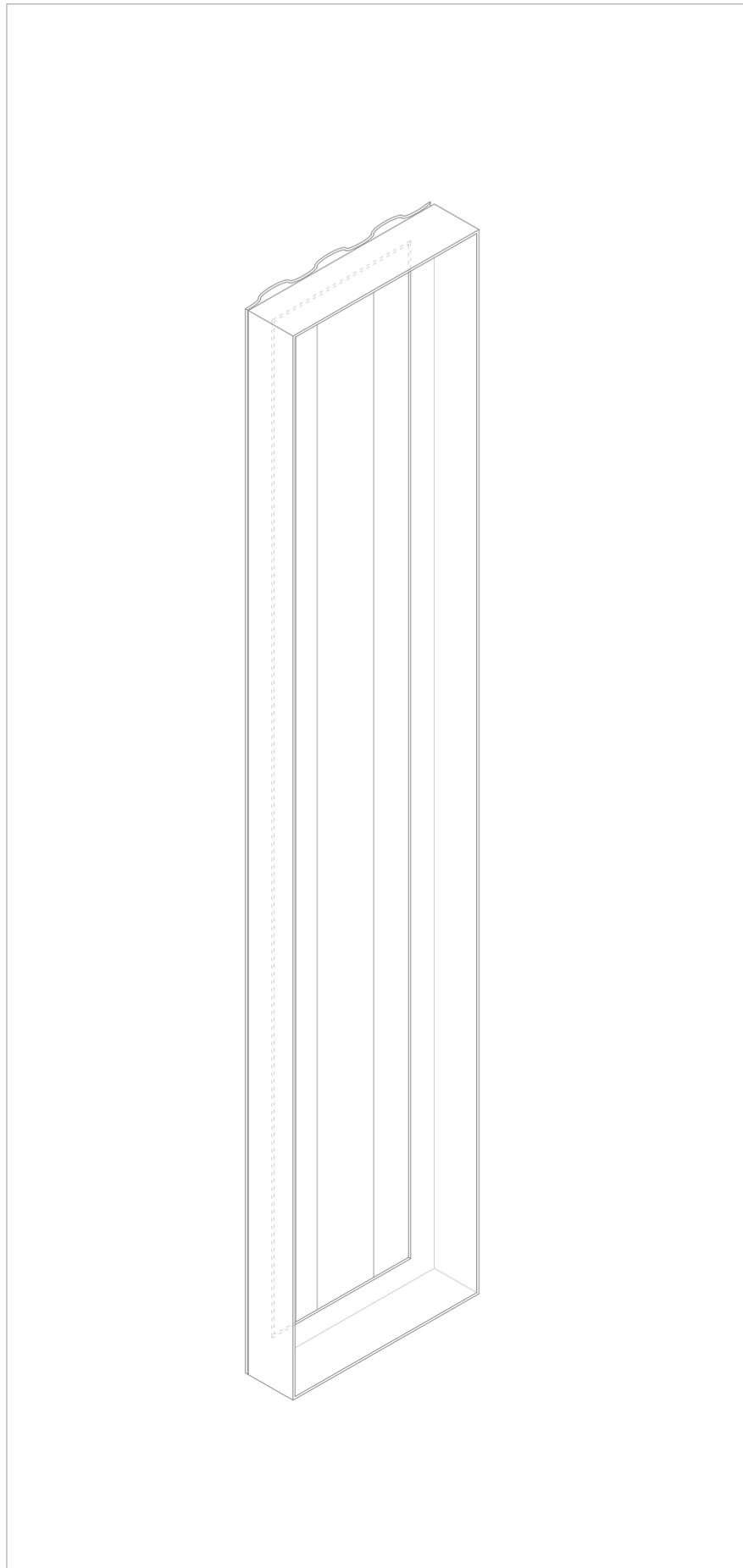
C15. Se prosigue con el relleno de la tierra, y se continúa como se ha explicado anteriormente. (C06-C08).



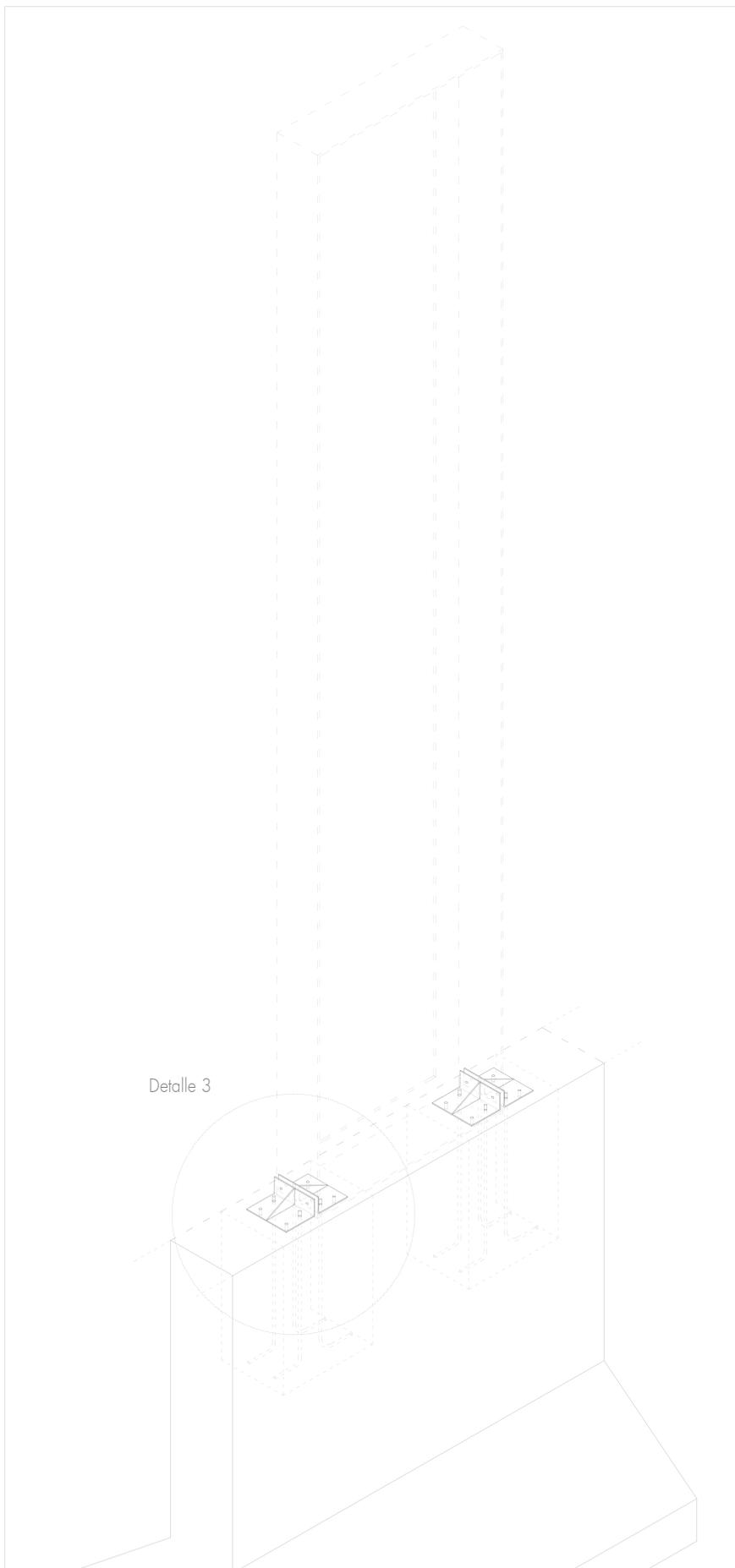
C16. Imagen del Premarco.
Constituido por 4 perfiles en L.



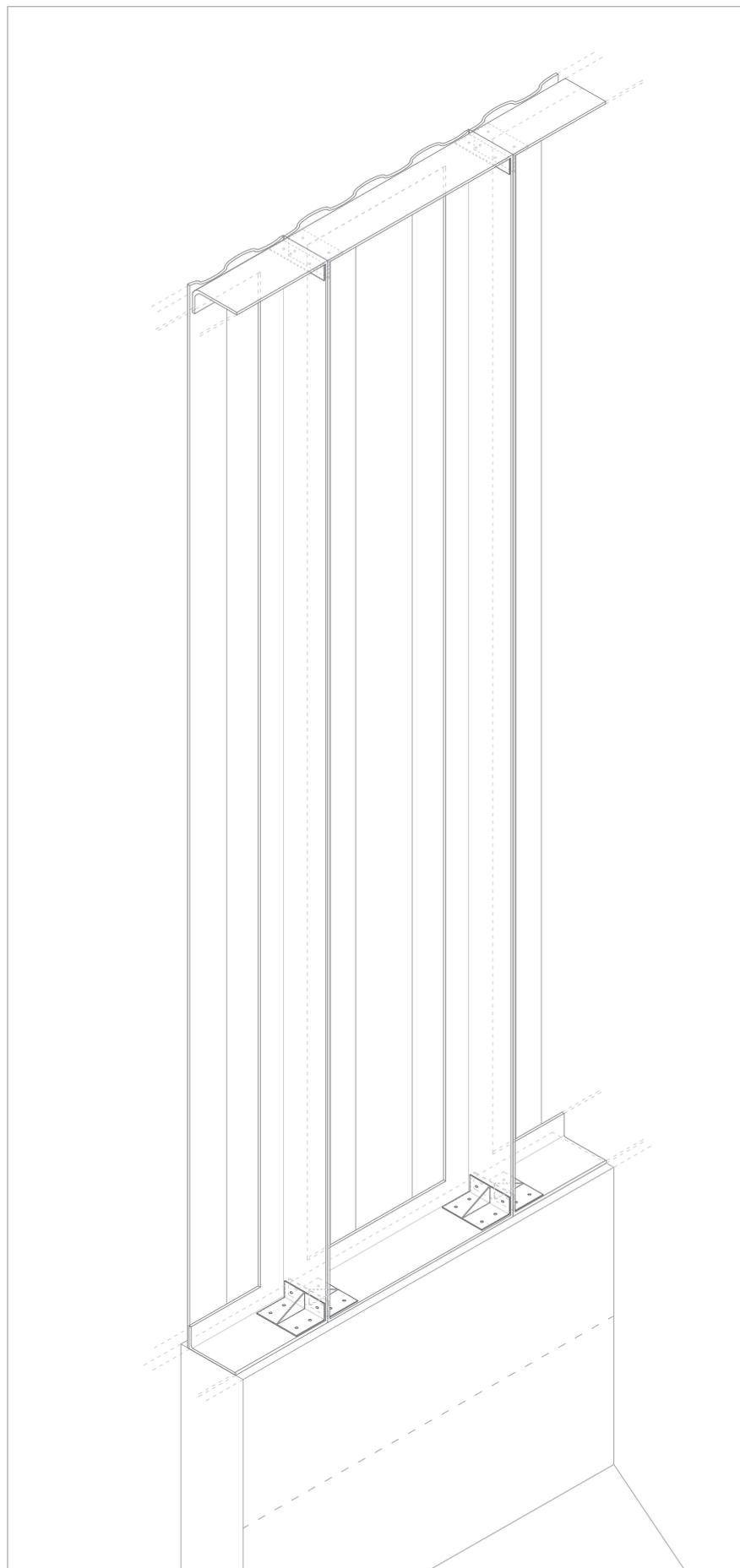
C17. Anclaje de una chapa por la parte trasera del Premarco a través de tornillos en las esquinas (encuentro de los perfiles) y en la parte intermedia de los mismos. Constitución final de la pieza. Pieza lista para ser exportada e instalada en el lugar del proyecto de cooperación.



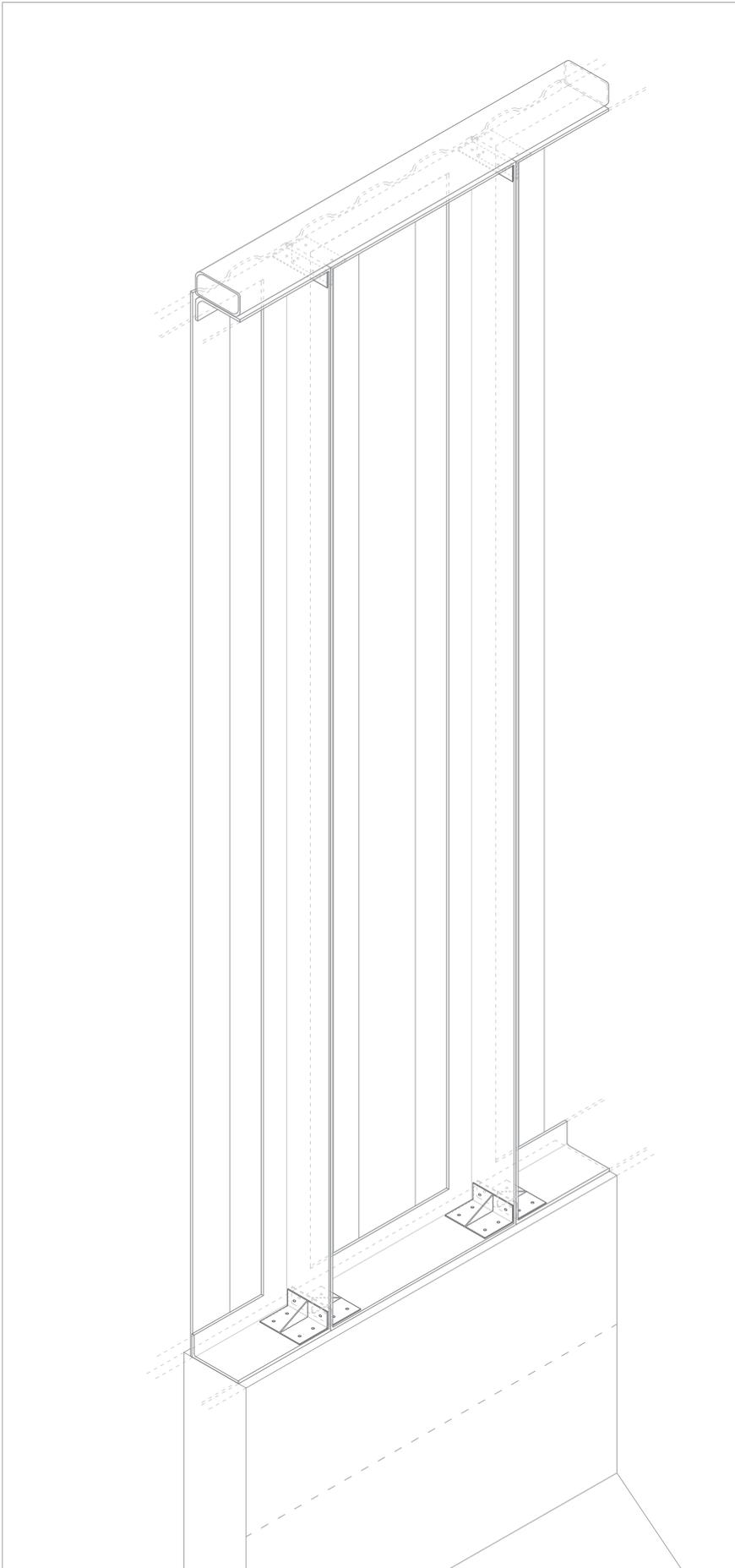
C18. Misma situación que en C17, pero aspecto delantero. En el cajón que se forma es donde se proyectará la tierra con el PISE.



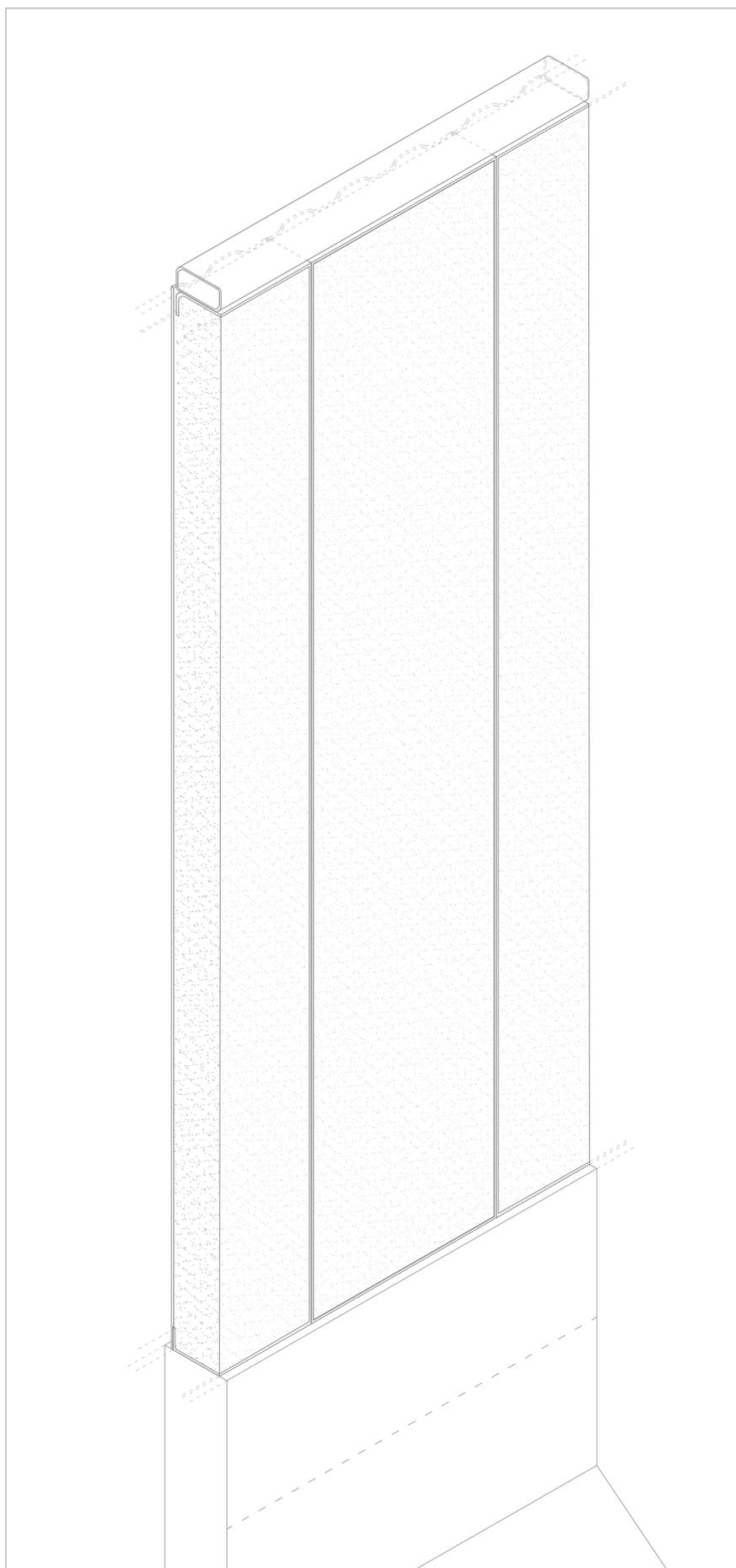
C19. Para sujetar el panel a la cimentación y el sobrecimiento típico de la zona contamos con unas cartelas. Para tener cierto margen de dimensionado al colocar los paneles, se dejan unos vacíos donde irán los pernos de anclaje que asegurarán la correcta transmisión de las cargas del sistema estructural a la cimentación. Una vez hemos corregido los posibles errores dimensionales, se colocan los pernos y se rellenan los vacíos con hormigón.



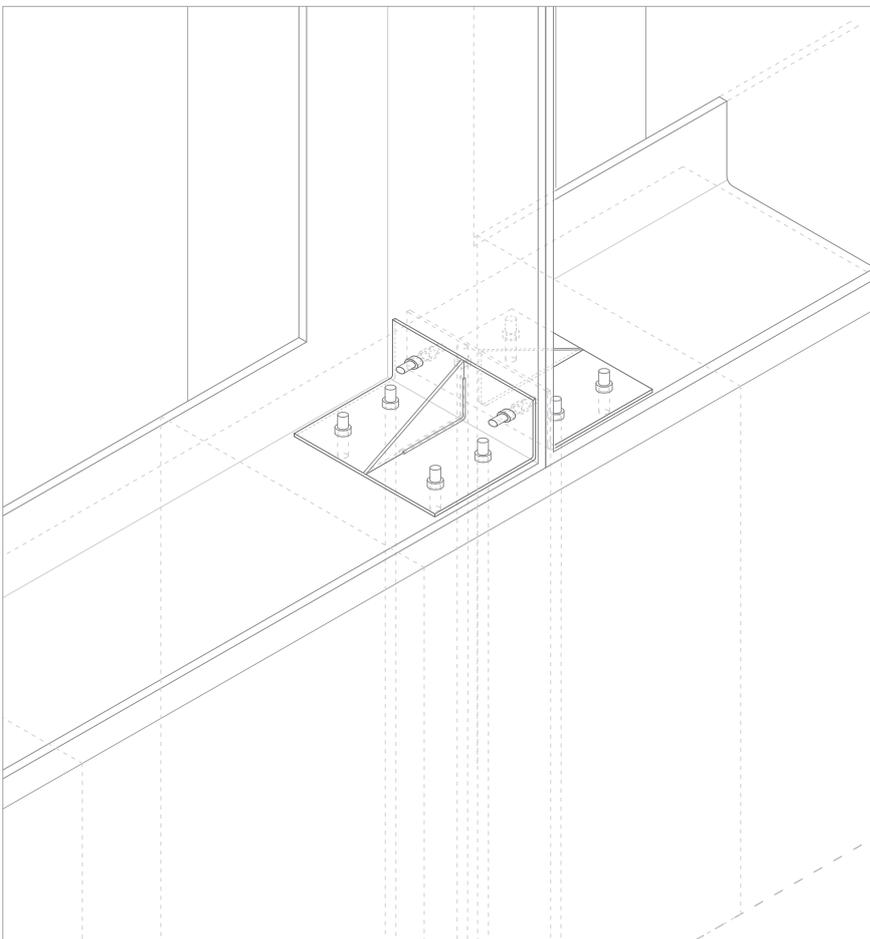
C20. Cuando se han ajustado los pernos a los paneles, se colocan los paneles y se colocan las placas de anclaje. Éstas cuentan con cuatro tornillos entre el panel y la cimentación, y dos entre los paneles.



C21. Se coloca la viga de cubierta (un perfil tubular). Esta viga ayuda a atar horizontalmente todos los paneles, y a la transmisión de las cargas de cubierta. El anclaje entre los paneles y la viga se realiza con la misma placa de anclaje utilizada para la unión con la cimentación. Los tornillos pasantes se sujetan al panel y una vez atraviesa la viga, se aseguran.

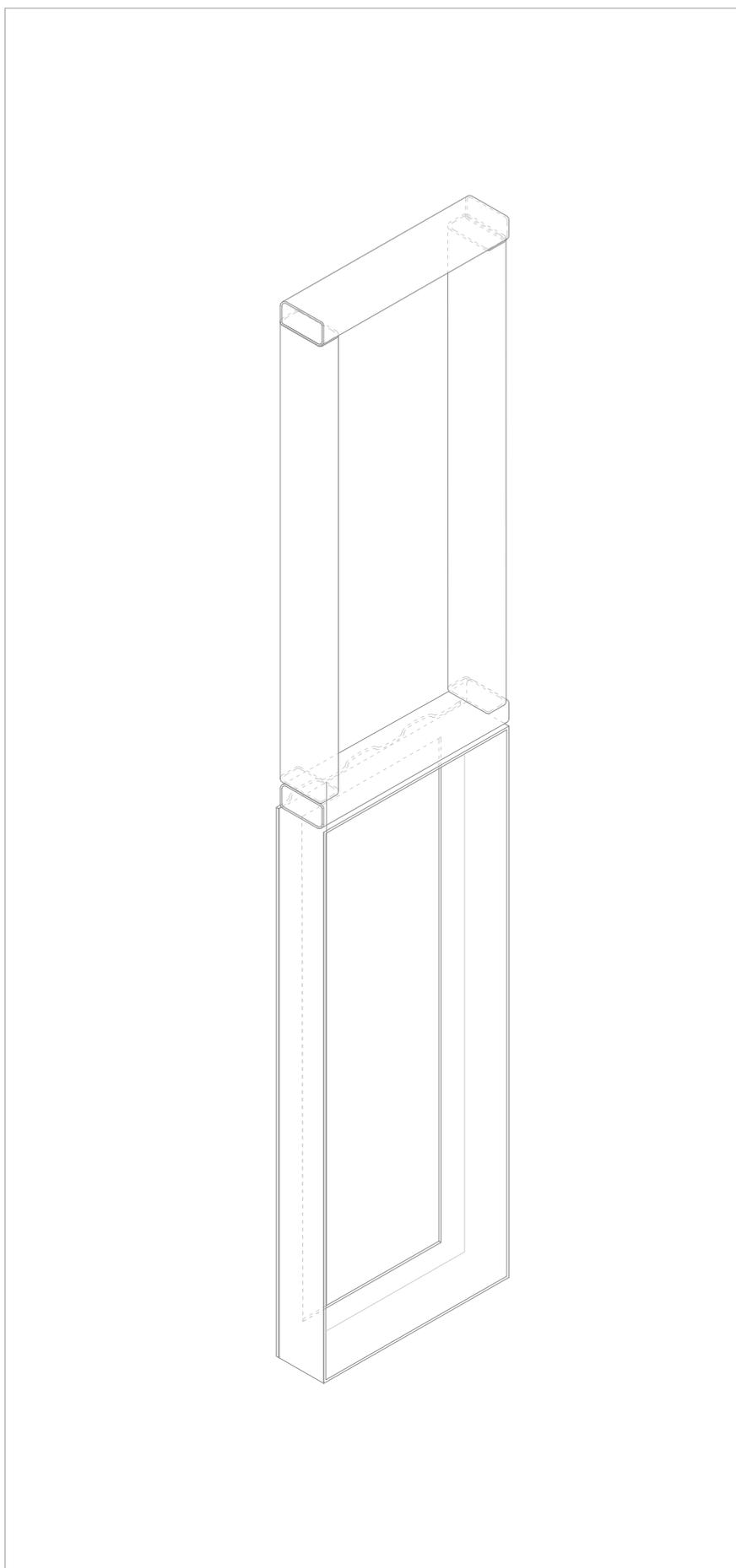


C22. Después de unir el panel a la parte superior e inferior, el sistema de acero se encuentra terminado. Una vez concluido, se procede con el PISE. Se proyecta la tierra teniendo como encofrado la chapa trasera.

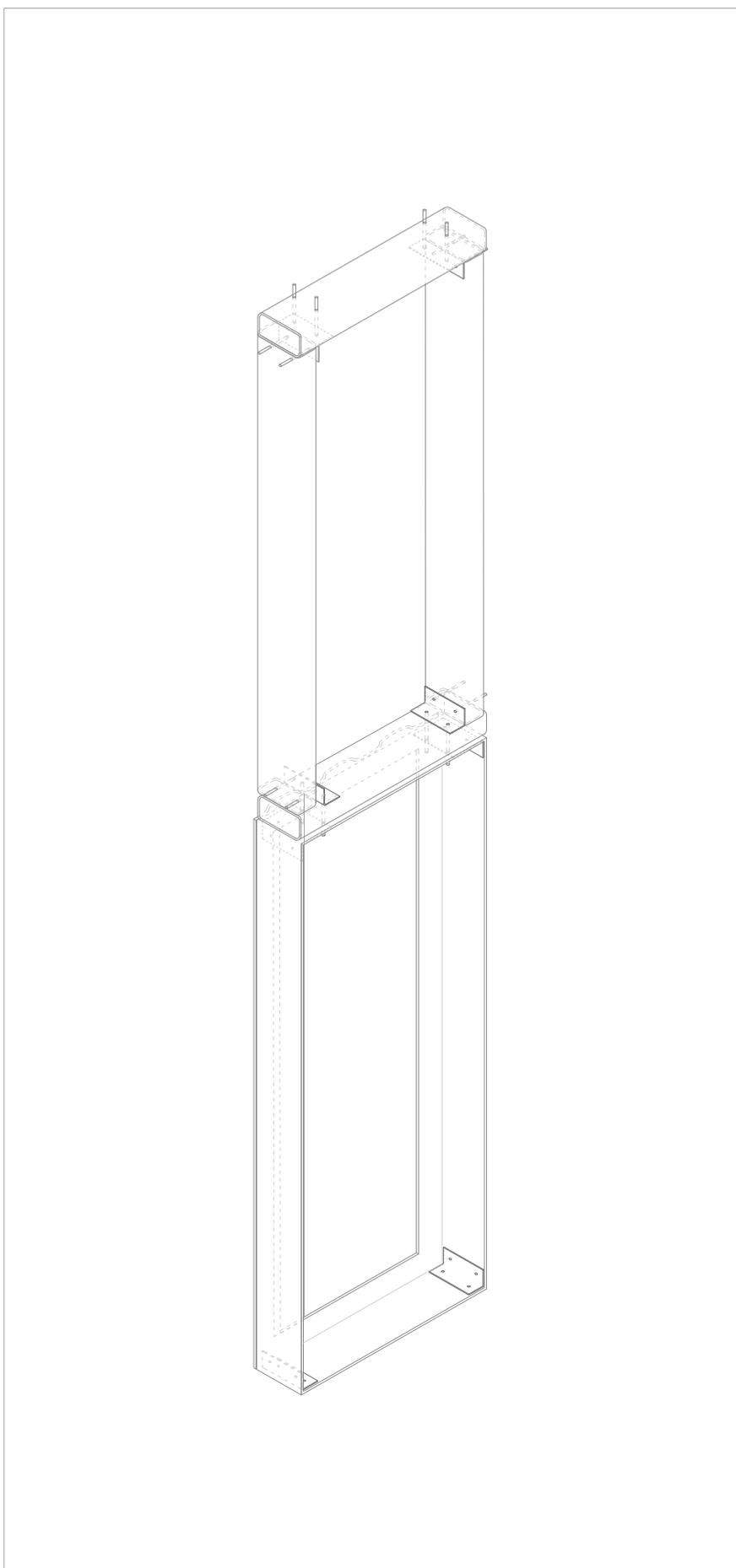


C23. Detalle 3. Placa de anclaje.

Detalle de la placa de anclaje que sujeta el panel a la cimentación. Los tornillos pasantes, los pernos y la cartela central que aseguran la correcta transmisión de las cargas y la estabilidad del panel sobre la cimentación.



C24. Situación del hueco en el sistema. Se construye un panel de dimensiones verticales más reducidas. Sobre este panel se colocan unos perfiles tubulares tanto vertical como horizontalmente, que aseguran la estabilidad del panel frente a la apertura del hueco.



C25. Los perfiles tubulares se sujetan tanto al panel correspondiente al hueco como a los inmediatamente contiguos a través de perfiles en L y con tornillos pasantes. Una vez realizado el hueco, se instala el marco en el interior.

C26. Cómo la apertura de huecos corta los paneles/perfiles y cómo asegurar la estructura. Si corta uno o dos perfiles centrales, se añaden un perfil tubular a cada lado del vano para reforzar. Si se cortan 3 o 4, se añaden dos laterales. Y así sucesivamente



Bibliografía

FIGURAS.

Elaboración propia de todos los planos.

ANEXO D. Comprobación en CYPE.

ANEXO D. Comprobación en CYPE.	125
STEEL FRAMING + COB	139
Envolventes Steel Framing + COB	131
LISTADO COMPROBACIÓN EN CYPE.	135
PREMARCO + PISE	179
Envolventes PREMACO + PISE	181
LISTADO COMPROBACIÓN EN CYPE.	185

Este anexo incluye la comprobación del proyecto de Angola (Aldea da Henda). Se aplicaron las dos técnicas constructivas propuestas ('Steel Framing + COB' y 'Premaco + PISE') a la geometría de las casas individuales.

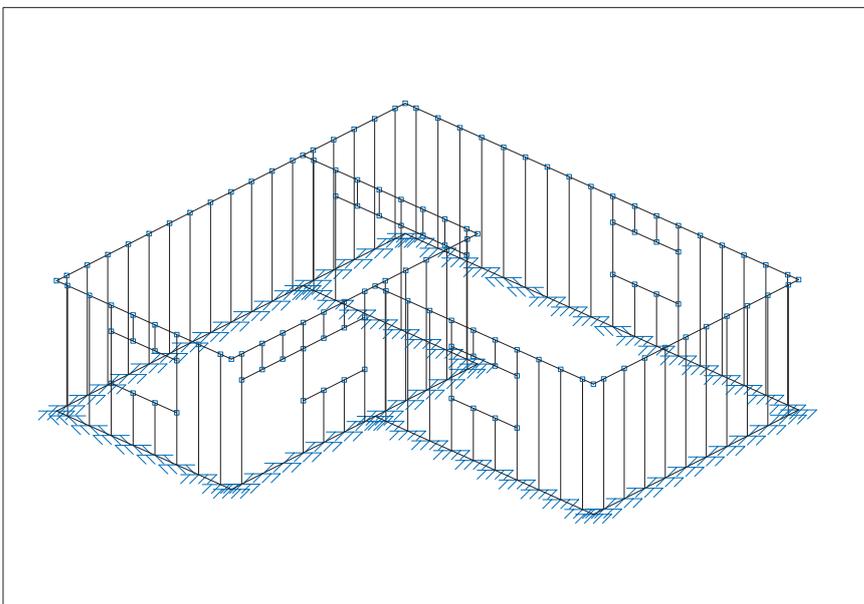
La forma de realizar esta comprobación ha sido darle un predimensionado a cada perfil. Después se introducen las cargas calculadas, según cargas de Viento, Sobrecarga de Uso (cubierta con inclinación $<20^\circ$), y Peso Propio según una cubierta típica de estos proyectos (Chapa de acero grecada, paja y estructura de madera). Además se introduce la hipótesis de sismo.

Se calcula la estructura y se comprueba el aprovechamiento resistente de las barras y la barra más desfavorecida. Con estos resultados, se redimensionan los perfiles, y se recalcula. Así hasta dar con el dimensionado óptimo para las cargas soportadas.

En este cálculo estructural solamente se ha contado con los perfiles de acero, sin el relleno de tierra. Es decir que lo obtenido es una aproximación, pues si se hubiera calculado en conjunto, la estructura obtendría mejores resultados resistentes.

Los resultados extraídos ayudan a comprender de manera más exacta e intuitiva qué partes de la estructura trabajan más y dónde es necesario reforzar la estructura, además de los criterios de diseño a implementar en el proyecto.

La documentación adjunta consta de una vista 3D con la descripción de los perfiles, y otra con la estructura real vista. Después se incorporan las envolventes de todos los esfuerzos, la descripción y comprobaciones de un perfil de cada tipo, referidos a la estructura con los perfiles finales.



D01. Levantamiento del proyecto casa individual en Angola, en CYPE.

STEEL FRAMING + COB

El panel base se compone de dos perfiles conformados en U enfrentados unidos por un mallazo soldado por puntos. Este panel mide 50 cm de largo, y 250cm de alto. La anchura del panel estará determinada por los perfiles en U utilizados. Para darle un espesor al cerramiento de tierra adecuado, se proponen unos montantes en U de 120 de alma, y 50 de alas. Estos paneles se encuentran anclados a la cimentación a través de un perfil de solera inferior en U, de 140 y 70cm. Así conseguimos un muro de aproximadamente 150 cm. Este mismo perfil de solera inferior lo utilizamos como solera superior para recibir la cubierta y repartir las cargas uniformemente en los montantes y el relleno de tierra. Como dinteles y alféizares se colocan unas pletinas en todo el ancho del hueco, de anchura 120 (la montante).

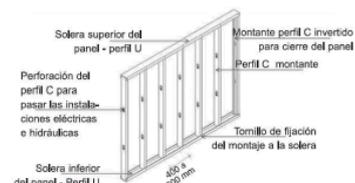
Como primer dimensionamiento, se les da un espesor a los perfiles de 5mm. Con las hipótesis de cargas aplicadas, con aprovechamientos muy bajos en los perfiles, de aproximadamente desde 1-10%.

Calculamos la estructura con un espesor de 3mm. El primer problema lo encontramos con los dinteles y alféizares, con las pletinas, así que las mantenemos a 5mm. En los vanos, los perfiles empiezan a tener un aprovechamiento alto (aproximadamente 80%) mientras que los demás perfiles apenas trabajan.

Si comprobamos la estructura general con 2mm, observamos ya varios motivos de fallo. En primer lugar, los perfiles inmediatos a los vanos sufren un aprovechamiento del 300%. Por tanto se colocan unos perfiles de refuerzo (jambas) a ambos lados del vano, como se indica en el Anexo C, C26 (figura). Estos perfiles de refuerzo son los mismos perfiles en U, formando un cajón soldado. Con esta introducción, el problema de los vanos se ve resuelto. En segundo lugar, la solera superior (recibe la cubierta), tiene aprovechamientos del 150%. Por este motivo, el perfil de solera superior mantiene un espesor de 3mm, consiguiendo un aprovechamiento del 40%. El resto de perfiles tienen un aprovechamiento de aproximadamente el 15%. Con estos parámetros, la estructura puede sufrir cargas más desfavorables de peso propio de la cubierta (se ha considerado un tipo local ligero), de sismo, viento y sobrecarga (se han introducido unas hipótesis adaptadas desde aquí para simular la estructura, que en un cálculo real habría que ajustar). La solera inferior tiene muy bajo rendimiento ya que la sobrecarga de uso de la vivienda no se incorpora al no introducir la cimentación en el cálculo.

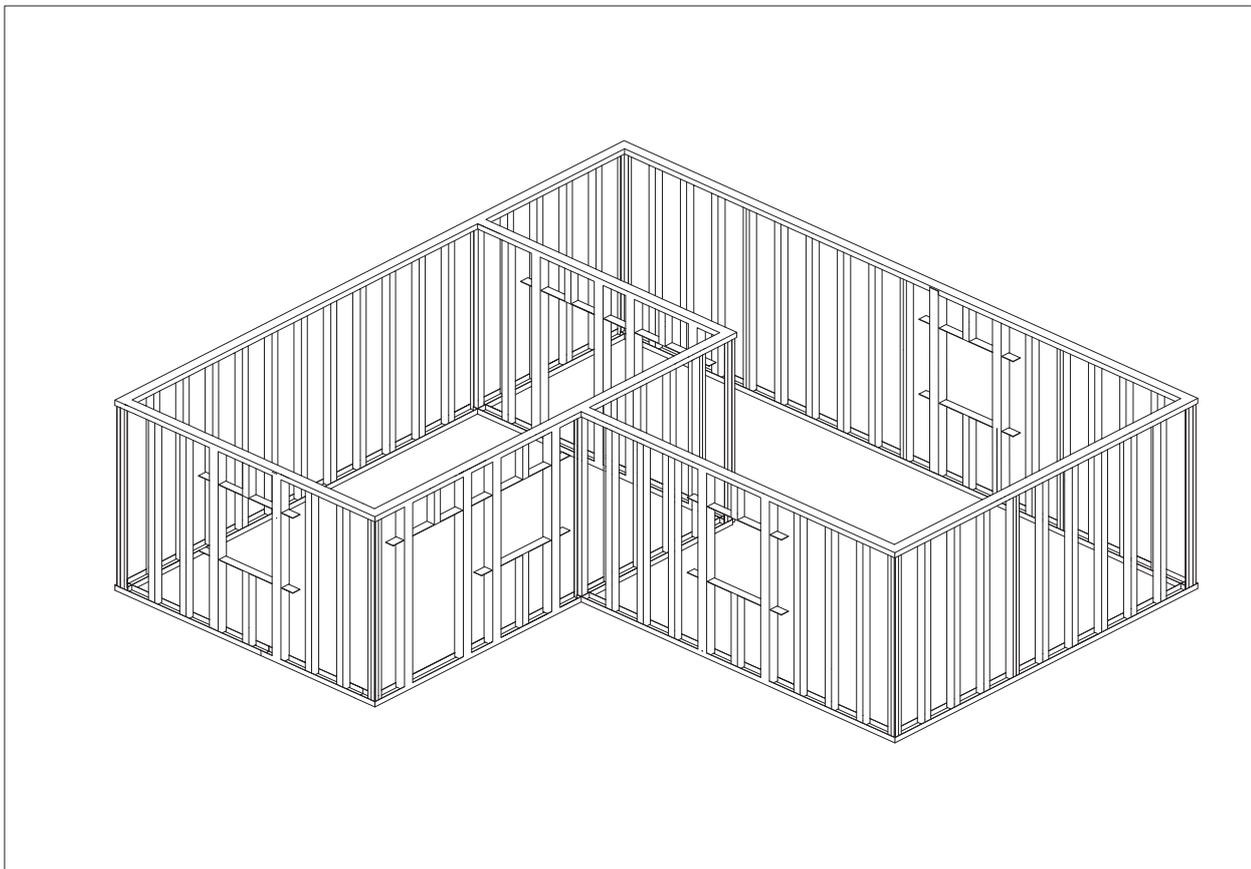
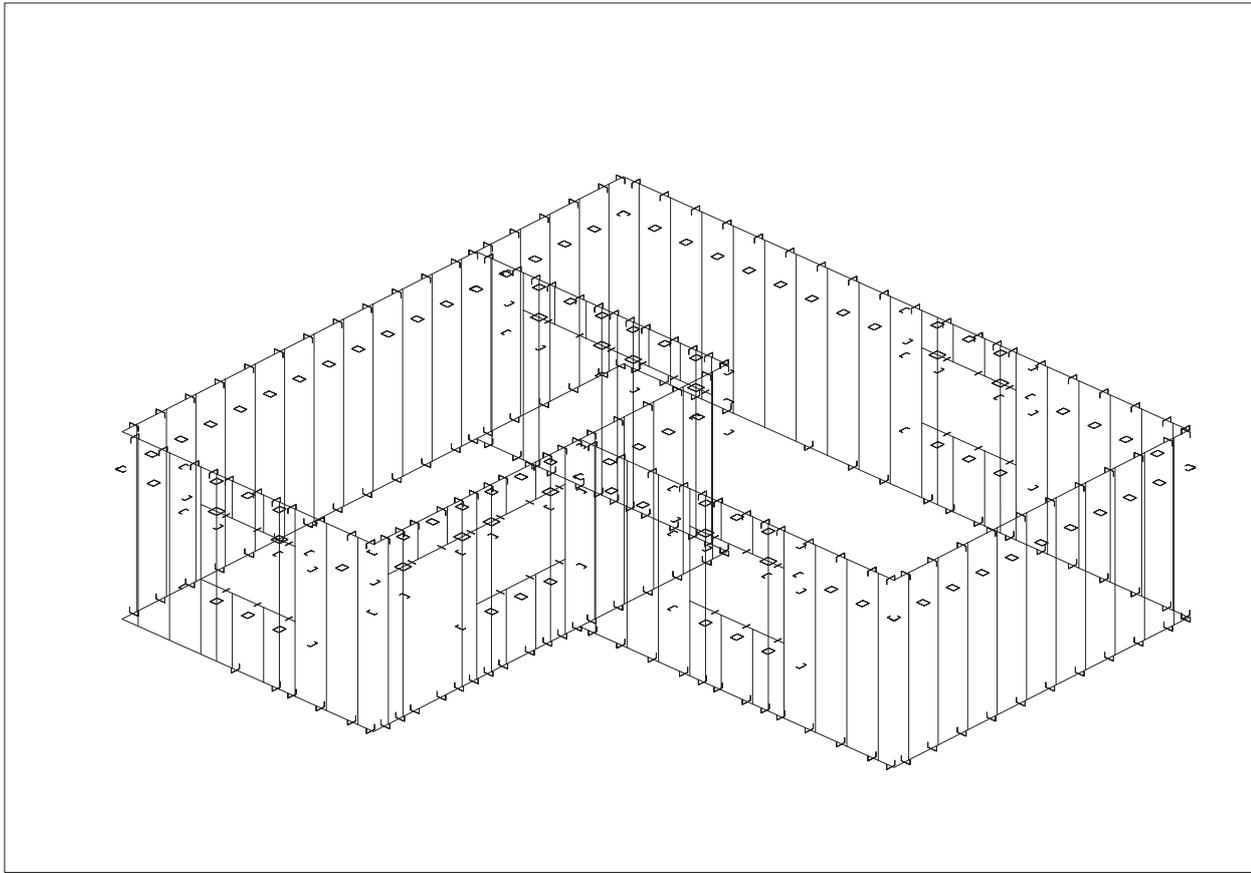
Con este proceso se calcula el espesor de cada perfil, se reajustan y se llega a un dimensionamiento óptimo, sin llegar a sobredimensionar ninguna parte de la estructura.

Se incorporan las envolventes, los datos de cálculo y los resultados de cada perfil: montante, solera superior, solera inferior, dinteles-alféizares.



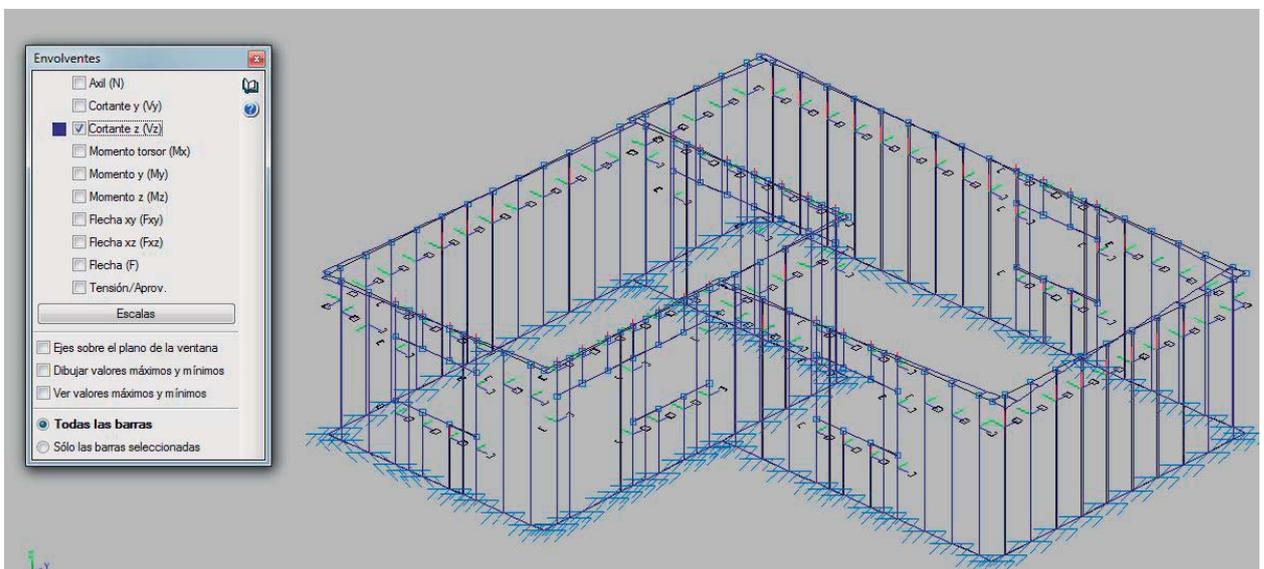
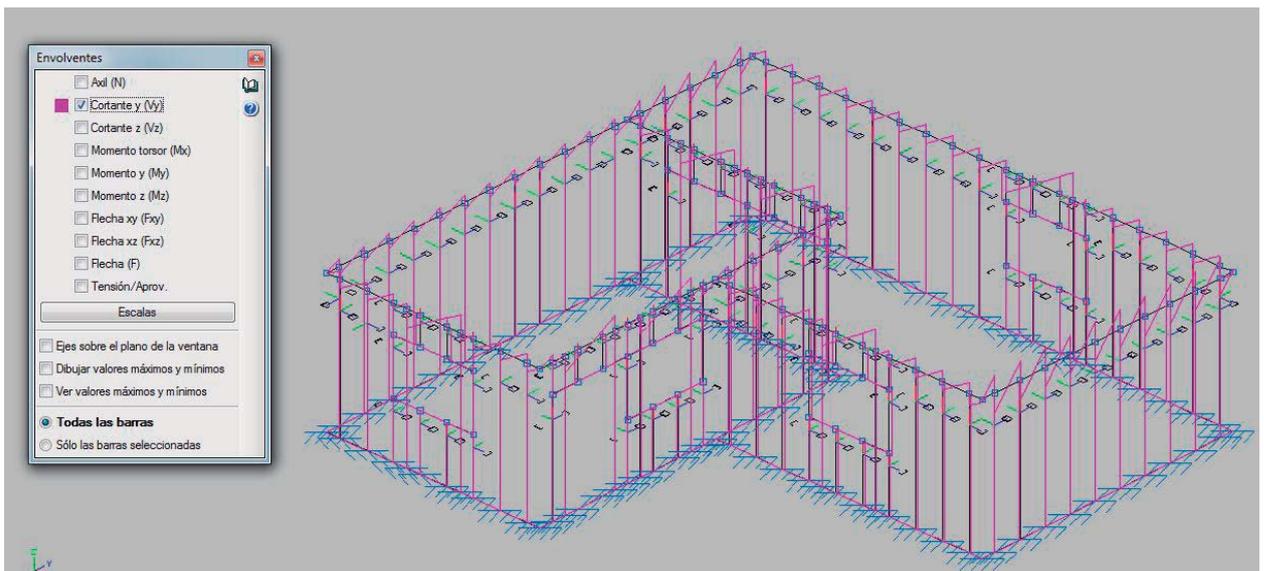
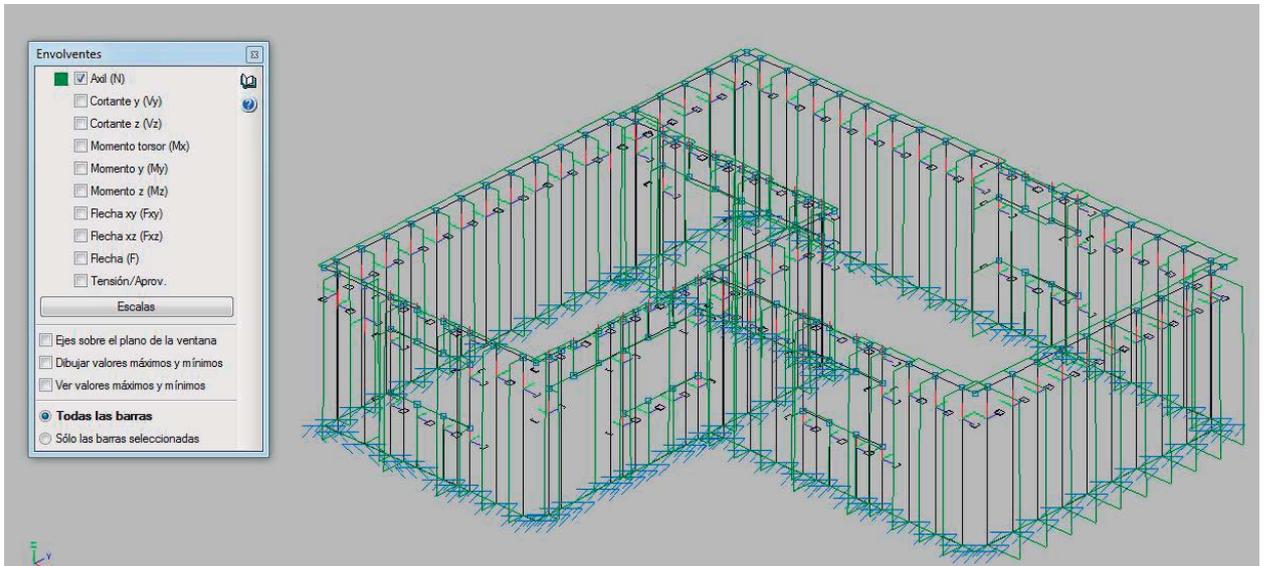
D02. Partes de un panel ligero en Steel Framing.

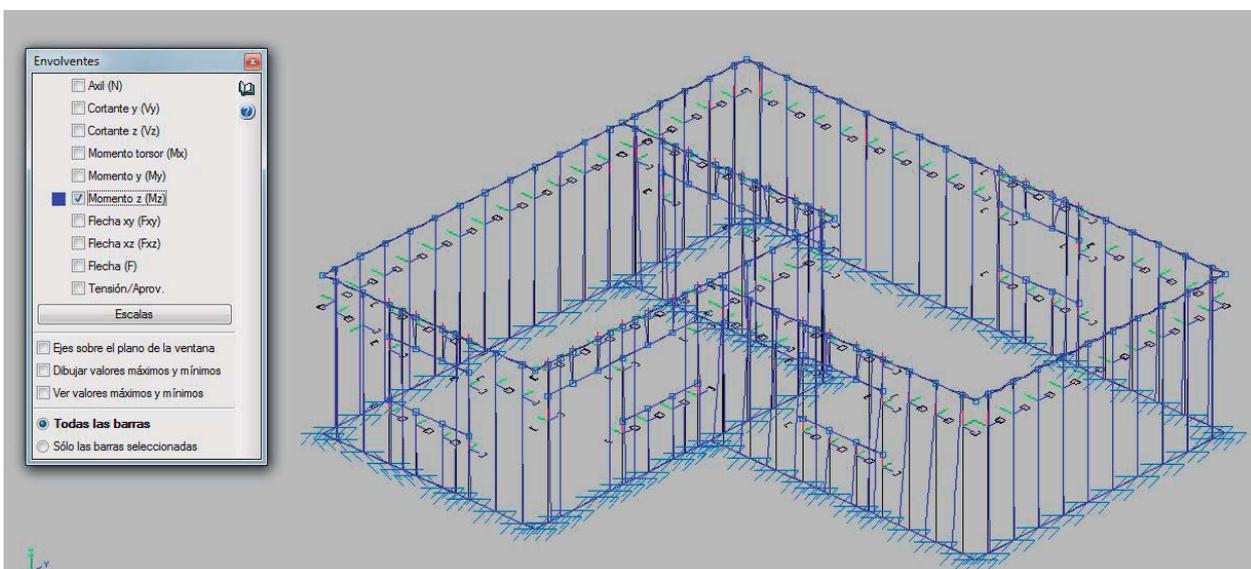
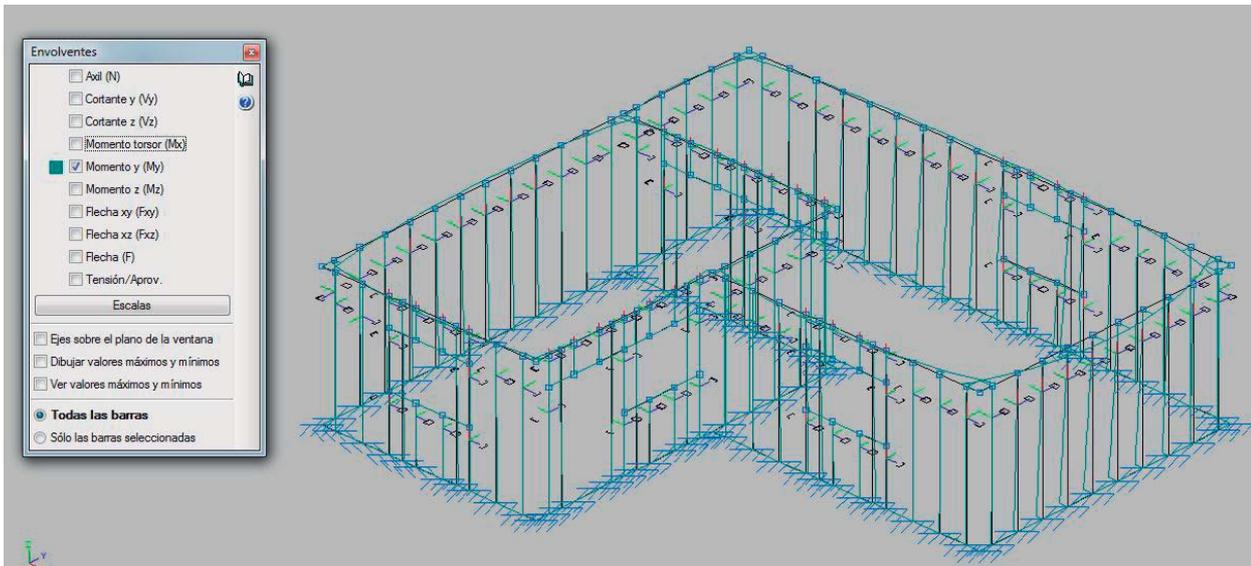
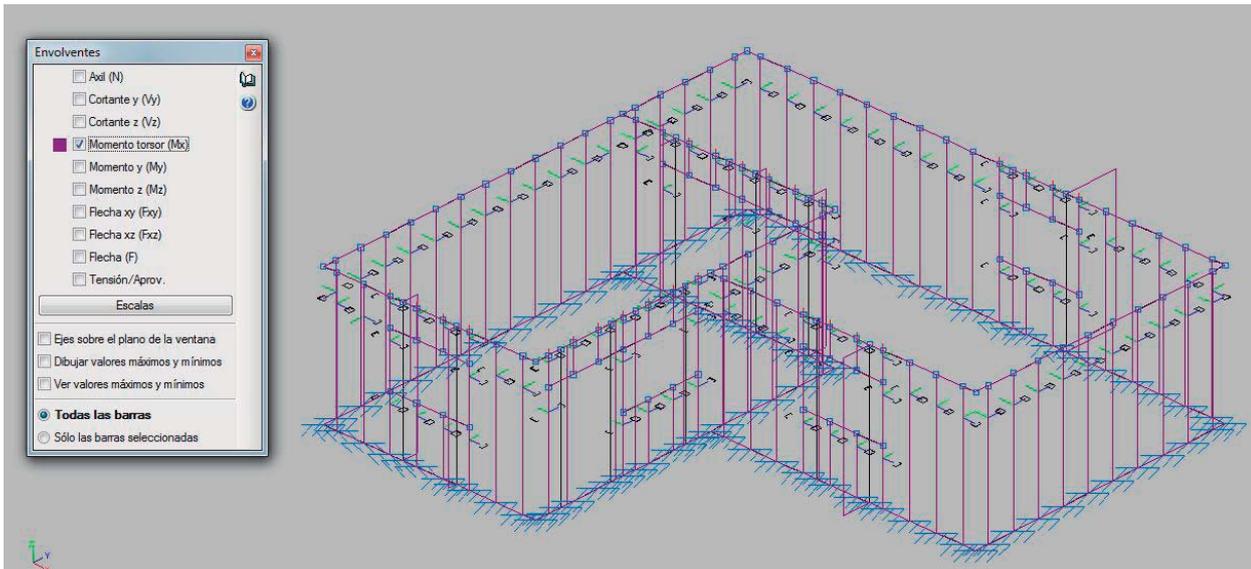
(Fuente: SARMANHO, Arlene M., MORAES DE CASTRO, Renata C., *Steel Framing: Arquitectura*. 2007. Instituto Latinoamericano del Fierro y del Acero. ISBN 978-956-8181-02-4

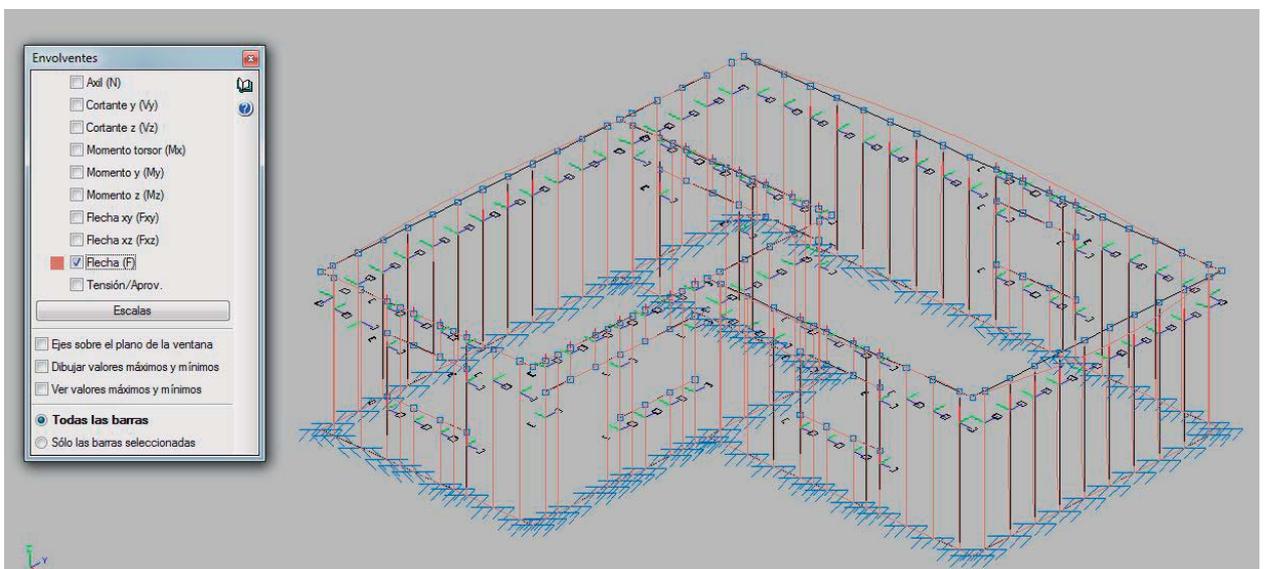
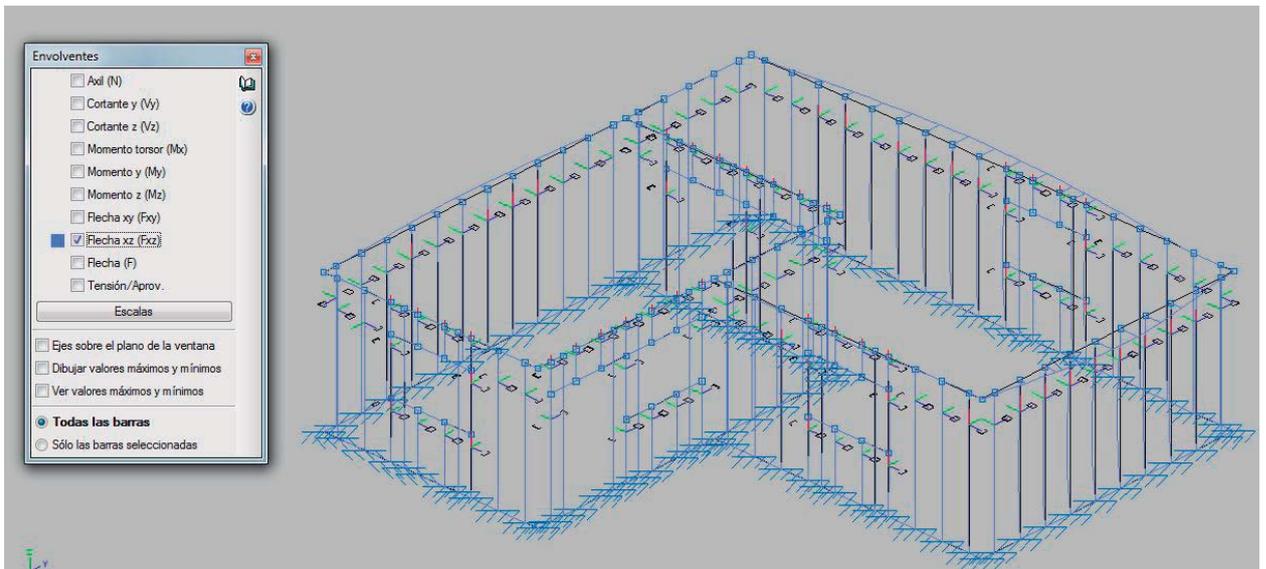
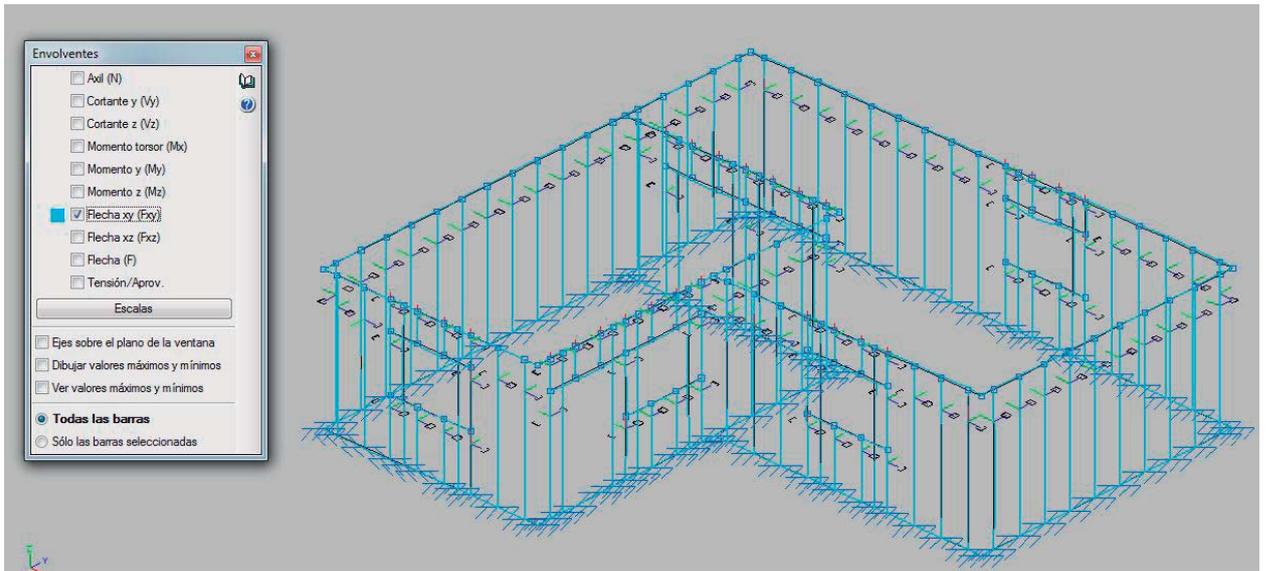


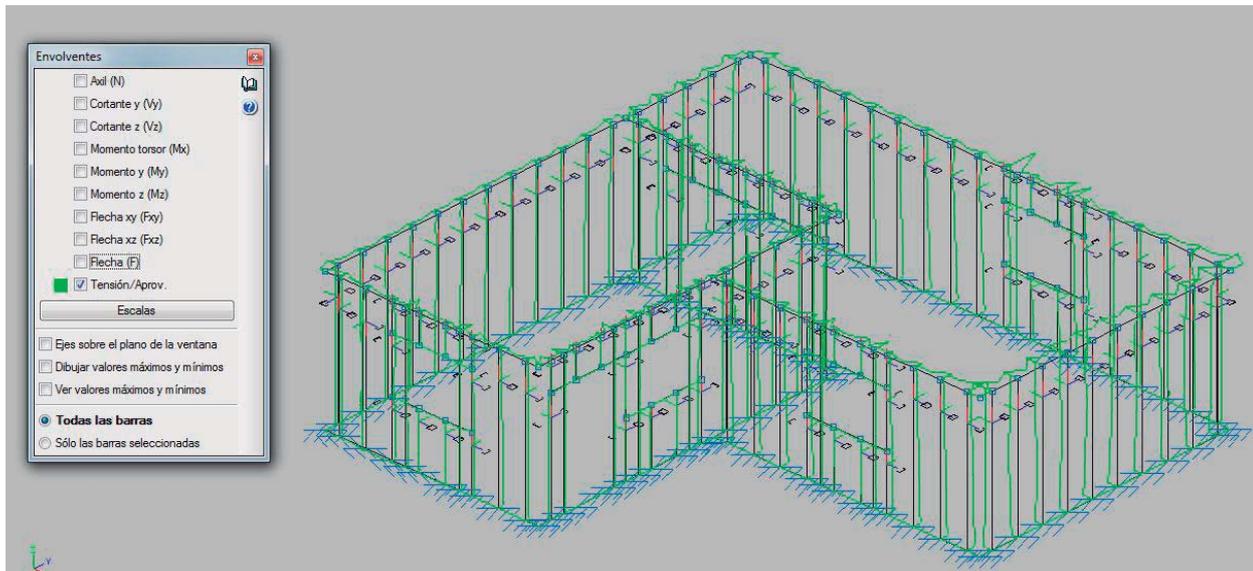
D03-04. Steel Framing + COB. En la primera figura perfiles en el eje. En la segunda figura, 3D real de la estructura metálica.

Envoltorios Steel Framing + COB









LISTADO COMPROBACIÓN EN CYPE.

ÍNDICE

1.- GEOMETRÍA.....	2
1.1.- Barras.....	2
1.1.1.- Materiales utilizados.....	2
1.1.2.- Descripción.....	2
1.1.3.- Características mecánicas.....	2
1.1.4.- Tabla de medición.....	3
1.1.5.- Resumen de medición.....	3
1.1.6.- Medición de las presillas.....	3
2.- CARGAS.....	3
2.1.- Barras.....	3
3.- RESULTADOS.....	4
3.1.- Barras.....	4
3.1.1.- Esfuerzos.....	4
3.1.2.- Resistencia.....	10
3.1.3.- Flechas.....	11
3.1.4.- Comprobaciones E.L.U. (Completo).....	11
3.1.5.- Comprobaciones E.L.U. (Resumido).....	41



1.- GEOMETRÍA

1.1.- Barras

1.1.1.- Materiales utilizados

Materiales utilizados						
Material		E	G	σ_e	α_t	γ
Tipo	Designación	(GPa)	(GPa)	(GPa)	(m/m°C)	(kN/m ³)
Acero laminado	S275	206.01	79.23	0.28	1.2e-005	77.01

Notación:
E: Módulo de elasticidad
G: Módulo de cortadura
 σ_e : Límite elástico
 α_t : Coeficiente de dilatación
 γ : Peso específico

1.1.2.- Descripción

Descripción									
Material		Barra	Pieza	Perfil(Serie)	Longitud	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.}	Lb _{Inf.}
Tipo	Designación	(Ni/Nf)	(Ni/Nf)		(m)			(m)	(m)
Acero laminado	S275	N117/N112	N117/N112	2xedt_CL([=]) (edt_CL)	2.50	0.00	0.50	-	-
		N110/N111	N99/N121	edt_CL (edt_CL)	0.50	1.00	1.00	-	-
		N214/N212	N214/N217	edt_PL (edt_PL)	0.50	0.50	0.00	-	-
		N51/N9	N51/N9	edt_CL (edt_CL)	2.25	1.00	1.00	-	-

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final
 β_{xy} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'
 β_{xz} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'
Lb_{Sup.}: Separación entre arriostramientos del ala superior
Lb_{Inf.}: Separación entre arriostramientos del ala inferior

1.1.3.- Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N117/N112
2	N99/N121
3	N214/N217
4	N51/N9

Características mecánicas							
Material		Ref.	Descripción	A	I _{yy}	I _{zz}	I _{xx}
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	1	edt_CL, Doble en cajón con presillas, (edt_CL) Separación entre los perfiles: 500.0 / 500.0 mm	8.64	191.28	7181.56	0.12
		2	edt_CL, Perfil simple, (edt_CL)	8.22	257.26	40.23	0.25
		3	edt_PL, Perfil simple, (edt_PL)	6.00	72.00	0.13	0.50
		4	edt_CL, Perfil simple, (edt_CL)	5.52	175.24	27.39	0.07

Notación:
Ref.: Referencia
A: Sección
I_{yy}: Inercia flexión I_{yy}
I_{zz}: Inercia flexión I_{zz}
I_{xx}: Inercia torsión
 Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

**1.1.4.- Tabla de medición**

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kp)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275	N117/N112	2xedt_CL([=]) (edt_CL)	2.50	0.002	16.96
		N99/N121	edt_CL (edt_CL)	5.00	0.004	32.26
		N214/N217	edt_PL (edt_PL)	1.50	0.001	7.07
		N51/N9	edt_CL (edt_CL)	2.25	0.001	9.75
Notación: Ni: Nudo inicial Nf: Nudo final						

1.1.5.- Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m ³)	Serie (m ³)	Material (m ³)	Perfil (kp)	Serie (kp)	Material (kp)
Acero laminado	S275	edt_CL	edt_CL, Doble en cajón con presillas	2.50	9.75	11.25	0.002	0.008	0.008	16.96	58.97	
			edt_CL, Perfil simple	7.25			0.005			42.01		
			edt_PL, Perfil simple	1.50			0.001			7.07		
			edt_PL	1.50			0.001			7.07		
											66.03	

1.1.6.- Medición de las presillas

Medición empresillado					
Acero	Espesor (mm)	Canto (mm)	Longitud (m)	Peso (kp)	Total (kp)
S275	5	40	26.88	42.2	
					42.2
					42.2

2.- CARGAS**2.1.- Barras**

Referencias:

'P1', 'P2':

- Cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales: 'P1' es el valor de la carga en el punto donde comienza (L1) y 'P2' es el valor de la carga en el punto donde termina (L2).
- Cargas triangulares: 'P1' es el valor máximo de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Incrementos de temperatura: 'P1' y 'P2' son los valores de la temperatura en las caras exteriores o paramentos de la pieza. La orientación de la variación del incremento de temperatura sobre la sección transversal dependerá de la dirección seleccionada.

'L1', 'L2':

- Cargas y momentos puntuales: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde se aplica la carga. 'L2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales, en faja, y triangulares: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde comienza la carga, 'L2' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde termina la carga.



Unidades:

- Cargas puntuales: kN
- Momentos puntuales: kN·m.
- Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapezoidales: kN/m.
- Incrementos de temperatura: °C.

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N117/N112	Carga permanente	Uniforme	0.067	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N110/N111	Carga permanente	Uniforme	0.063	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N110/N111	Carga permanente	Uniforme	9.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N110/N111	Carga permanente	Uniforme	1.102	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N214/N212	Carga permanente	Uniforme	0.046	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N51/N9	Carga permanente	Uniforme	0.043	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

3.- RESULTADOS

3.1.- Barras

3.1.1.- Esfuerzos

Referencias:

N: Esfuerzo axil (kN)

Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)

Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)

Mt: Momento torsor (kN·m)

My: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)

Mz: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)

3.1.1.1.- Hipótesis

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.208 m	0.625 m	0.833 m	1.250 m	1.667 m	1.875 m	2.292 m	2.500 m
N117/N112	Carga permanente	N	-4.702	-4.688	-4.661	-4.647	-4.619	-4.591	-4.578	-4.550	-4.536
		Vy	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
		Vz	-0.217	-0.217	-0.217	-0.217	-0.217	-0.217	-0.217	-0.217	-0.217
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-0.543	-0.498	-0.407	-0.362	-0.272	-0.181	-0.136	-0.045	0.000
		Mz	0.011	0.010	0.008	0.007	0.005	0.003	0.002	-0.000	-0.001
	S 1 (X)	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	S 1 (Y)	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000



Esfuerzos en barras, por hipótesis					
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.250 m	0.500 m
N110/N111	Carga permanente	N	1.119	1.119	1.119
		Vy	2.275	0.004	-2.266
		Vz	-0.263	0.013	0.288
		Mt	-0.000	-0.000	-0.000
		My	0.852	0.883	0.845
		Mz	0.190	-0.094	0.188
	S 1 (X)	N	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000
	S 1 (Y)	N	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000

Esfuerzos en barras, por hipótesis					
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.250 m	0.500 m
N214/N212	Carga permanente	N	-0.022	-0.022	-0.022
		Vy	-0.011	0.001	0.012
		Vz	0.297	0.297	0.297
		Mt	0.001	0.001	0.001
		My	0.000	-0.074	-0.148
		Mz	-0.001	0.000	-0.001
	S 1 (X)	N	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000
	S 1 (Y)	N	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.375 m	0.563 m	0.938 m	1.125 m	1.500 m	1.688 m	2.063 m	2.250 m
N51/N9	Carga permanente	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	-0.048	-0.032	-0.024	-0.008	-0.000	0.016	0.024	0.040	0.048



Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.375 m	0.563 m	0.938 m	1.125 m	1.500 m	1.688 m	2.063 m	2.250 m	
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz	-0.018	-0.003	0.002	0.008	0.009	0.006	0.002	-0.010	-0.018	
	S 1 (X)	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	S 1 (Y)	My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

3.1.1.2.- Combinaciones

Esfuerzos en barras, por combinación													
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra									
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.208 m	0.625 m	0.833 m	1.250 m	1.667 m	1.875 m	2.292 m	2.500 m	
N117/N112	Acero laminado	0.8-G	N	-3.762	-3.751	-3.729	-3.717	-3.695	-3.673	-3.662	-3.640	-3.629	
			Vy	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
			Vz	-0.174	-0.174	-0.174	-0.174	-0.174	-0.174	-0.174	-0.174	-0.174	-0.174
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	-0.434	-0.398	-0.326	-0.290	-0.217	-0.145	-0.109	-0.036	-0.036	0.000
			Mz	0.009	0.008	0.006	0.005	0.004	0.002	0.001	0.000	0.000	-0.001
		1.35-G	N	-6.348	-6.329	-6.292	-6.273	-6.236	-6.198	-6.180	-6.142	-6.124	
			Vy	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
			Vz	-0.293	-0.293	-0.293	-0.293	-0.293	-0.293	-0.293	-0.293	-0.293	-0.293
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	-0.733	-0.672	-0.550	-0.489	-0.367	-0.244	-0.183	-0.061	0.000	0.000
			Mz	0.014	0.013	0.010	0.009	0.006	0.004	0.002	0.000	0.000	-0.002
		G-S1(X)	N	-4.702	-4.688	-4.661	-4.647	-4.619	-4.591	-4.578	-4.550	-4.536	
			Vy	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
			Vz	-0.217	-0.217	-0.217	-0.217	-0.217	-0.217	-0.217	-0.217	-0.217	-0.217
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	-0.543	-0.498	-0.407	-0.362	-0.272	-0.181	-0.136	-0.045	0.000	0.000
			Mz	0.011	0.010	0.008	0.007	0.005	0.003	0.002	0.000	0.000	-0.001
		G+S1(X)	N	-4.702	-4.688	-4.661	-4.647	-4.619	-4.591	-4.578	-4.550	-4.536	
			Vy	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
			Vz	-0.217	-0.217	-0.217	-0.217	-0.217	-0.217	-0.217	-0.217	-0.217	-0.217
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	-0.543	-0.498	-0.407	-0.362	-0.272	-0.181	-0.136	-0.045	0.000	0.000
			Mz	0.011	0.010	0.008	0.007	0.005	0.003	0.002	0.000	0.000	-0.001
		G-S1(Y)	N	-4.702	-4.688	-4.661	-4.647	-4.619	-4.591	-4.578	-4.550	-4.536	
			Vy	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
			Vz	-0.217	-0.217	-0.217	-0.217	-0.217	-0.217	-0.217	-0.217	-0.217	-0.217
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	-0.543	-0.498	-0.407	-0.362	-0.272	-0.181	-0.136	-0.045	0.000	0.000
			Mz	0.011	0.010	0.008	0.007	0.005	0.003	0.002	0.000	0.000	-0.001
		G+S1(Y)	N	-4.702	-4.688	-4.661	-4.647	-4.619	-4.591	-4.578	-4.550	-4.536	
			Vy	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
			Vz	-0.217	-0.217	-0.217	-0.217	-0.217	-0.217	-0.217	-0.217	-0.217	-0.217
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	-0.543	-0.498	-0.407	-0.362	-0.272	-0.181	-0.136	-0.045	0.000	0.000
			Mz	0.011	0.010	0.008	0.007	0.005	0.003	0.002	0.000	0.000	-0.001



Esfuerzos en barras, por combinación						
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra		
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.250 m	0.500 m
N110/N111	Acero laminado	0.8-G	N	0.895	0.895	0.895
			Vy	1.820	0.003	-1.813
			Vz	-0.210	0.010	0.230
			Mt	0.000	0.000	0.000
			My	0.681	0.706	0.676
			Mz	0.152	-0.075	0.151
		1.35-G	N	1.510	1.510	1.510
			Vy	3.071	0.006	-3.059
			Vz	-0.355	0.017	0.389
			Mt	0.000	0.000	0.000
			My	1.150	1.192	1.141
			Mz	0.257	-0.127	0.254
		G-S1(X)	N	1.119	1.119	1.119
			Vy	2.275	0.004	-2.266
			Vz	-0.263	0.013	0.288
			Mt	0.000	0.000	0.000
			My	0.852	0.883	0.845
			Mz	0.190	-0.094	0.188
		G+S1(X)	N	1.119	1.119	1.119
			Vy	2.275	0.004	-2.266
			Vz	-0.263	0.013	0.288
			Mt	0.000	0.000	0.000
			My	0.852	0.883	0.845
			Mz	0.190	-0.094	0.188
G-S1(Y)	N	1.119	1.119	1.119		
	Vy	2.275	0.004	-2.266		
	Vz	-0.263	0.013	0.288		
	Mt	0.000	0.000	0.000		
	My	0.852	0.883	0.845		
	Mz	0.190	-0.094	0.188		
G+S1(Y)	N	1.119	1.119	1.119		
	Vy	2.275	0.004	-2.266		
	Vz	-0.263	0.013	0.288		
	Mt	0.000	0.000	0.000		
	My	0.852	0.883	0.845		
	Mz	0.190	-0.094	0.188		

Esfuerzos en barras, por combinación						
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra		
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.250 m	0.500 m
N214/N212	Acero laminado	0.8-G	N	-0.017	-0.017	-0.017
			Vy	-0.009	0.000	0.010
			Vz	0.238	0.238	0.238
			Mt	0.000	0.000	0.000
			My	0.000	-0.059	-0.119



Esfuerzos en barras, por combinación						
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra		
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.250 m	0.500 m
			Mz	0.000	0.000	-0.001
		1.35-G	N	-0.029	-0.029	-0.029
			Vy	-0.015	0.000	0.016
			Vz	0.401	0.401	0.401
			Mt	0.000	0.000	0.000
			My	0.000	-0.100	-0.200
			Mz	0.000	0.000	-0.001
		G-S1(X)	N	-0.022	-0.022	-0.022
			Vy	-0.011	0.000	0.012
			Vz	0.297	0.297	0.297
			Mt	0.000	0.000	0.000
			My	0.000	-0.074	-0.148
			Mz	0.000	0.000	-0.001
		G+S1(X)	N	-0.022	-0.022	-0.022
			Vy	-0.011	0.000	0.012
			Vz	0.297	0.297	0.297
			Mt	0.000	0.000	0.000
			My	0.000	-0.074	-0.148
			Mz	0.000	0.000	-0.001
		G-S1(Y)	N	-0.022	-0.022	-0.022
			Vy	-0.011	0.000	0.012
			Vz	0.297	0.297	0.297
			Mt	0.000	0.000	0.000
			My	0.000	-0.074	-0.148
			Mz	0.000	0.000	-0.001
		G+S1(Y)	N	-0.022	-0.022	-0.022
			Vy	-0.011	0.000	0.012
			Vz	0.297	0.297	0.297
			Mt	0.000	0.000	0.000
			My	0.000	-0.074	-0.148
			Mz	0.000	0.000	-0.001

Esfuerzos en barras, por combinación														
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra										
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.375 m	0.563 m	0.938 m	1.125 m	1.500 m	1.688 m	2.063 m	2.250 m		
N51/N9	Acero laminado	0.8-G	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
			Vy	-0.038	-0.026	-0.019	-0.006	0.000	0.013	0.019	0.032	0.038		
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
			My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
			Mz	-0.014	-0.002	0.002	0.007	0.007	0.005	0.002	-0.008	-0.014		
				1.35-G	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
					Vy	-0.065	-0.043	-0.032	-0.011	0.000	0.022	0.032	0.054	0.065
					Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
					Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
					My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
					Mz	-0.024	-0.004	0.003	0.011	0.012	0.008	0.003	-0.013	-0.024
				G-S1(X)	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
					Vy	-0.048	-0.032	-0.024	-0.008	0.000	0.016	0.024	0.040	0.048
					Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
					Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000



Esfuerzos en barras, por combinación													
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra									
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.375 m	0.563 m	0.938 m	1.125 m	1.500 m	1.688 m	2.063 m	2.250 m	
		G+S1(X)	My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mz	-0.018	-0.003	0.002	0.008	0.009	0.006	0.002	-0.010	-0.018	
			N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	-0.048	-0.032	-0.024	-0.008	0.000	0.016	0.024	0.040	0.048	
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
			My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
			Mz	-0.018	-0.003	0.002	0.008	0.009	0.006	0.002	-0.010	-0.018	
			G-S1(Y)	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
				Vy	-0.048	-0.032	-0.024	-0.008	0.000	0.016	0.024	0.040	0.048
				Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
				Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		Mz		-0.018	-0.003	0.002	0.008	0.009	0.006	0.002	-0.010	-0.018	
		G+S1(Y)	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
			Vy	-0.048	-0.032	-0.024	-0.008	0.000	0.016	0.024	0.040	0.048	
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
			My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
			Mz	-0.018	-0.003	0.002	0.008	0.009	0.006	0.002	-0.010	-0.018	

3.1.1.3.- Envoltentes

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.208 m	0.625 m	0.833 m	1.250 m	1.667 m	1.875 m	2.292 m	2.500 m
N117/N112	Acero laminado	N _{min}	-6.348	-6.329	-6.292	-6.273	-6.236	-6.198	-6.180	-6.142	-6.124
		N _{max}	-3.762	-3.751	-3.729	-3.717	-3.695	-3.673	-3.662	-3.640	-3.629
		Vy _{min}	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
		Vy _{max}	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
		Vz _{min}	-0.293	-0.293	-0.293	-0.293	-0.293	-0.293	-0.293	-0.293	-0.293
		Vz _{max}	-0.174	-0.174	-0.174	-0.174	-0.174	-0.174	-0.174	-0.174	-0.174
		Mt _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{max}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{min}	-0.733	-0.672	-0.550	-0.489	-0.367	-0.244	-0.183	-0.061	0.000
		My _{max}	-0.434	-0.398	-0.326	-0.290	-0.217	-0.145	-0.109	-0.036	0.000
		Mz _{min}	0.009	0.008	0.006	0.005	0.004	0.002	0.001	0.000	-0.002
		Mz _{max}	0.014	0.013	0.010	0.009	0.006	0.004	0.002	0.000	-0.001

Envoltentes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.250 m	0.500 m
N110/N111	Acero laminado	N _{min}	0.895	0.895	0.895
		N _{max}	1.510	1.510	1.510
		Vy _{min}	1.820	0.003	-3.059
		Vy _{max}	3.071	0.006	-1.813
		Vz _{min}	-0.355	0.010	0.230
		Vz _{max}	-0.210	0.017	0.389
		Mt _{min}	0.000	0.000	0.000
		Mt _{max}	0.000	0.000	0.000
		My _{min}	0.681	0.706	0.676
		My _{max}	1.150	1.192	1.141
		Mz _{min}	0.152	-0.127	0.151
		Mz _{max}	0.257	-0.075	0.254



Envolventes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.250 m	0.500 m
N214/N212	Acero laminado	N_{\min}	-0.029	-0.029	-0.029
		N_{\max}	-0.017	-0.017	-0.017
		$V_{y\min}$	-0.015	0.000	0.010
		$V_{y\max}$	-0.009	0.000	0.016
		$V_{z\min}$	0.238	0.238	0.238
		$V_{z\max}$	0.401	0.401	0.401
		$M_{t\min}$	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\max}$	0.000	0.000	0.000
		$M_{y\min}$	0.000	-0.100	-0.200
		$M_{y\max}$	0.000	-0.059	-0.119
		$M_{z\min}$	0.000	0.000	-0.001
		$M_{z\max}$	0.000	0.000	-0.001

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.375 m	0.563 m	0.938 m	1.125 m	1.500 m	1.688 m	2.063 m	2.250 m
N51/N9	Acero laminado	N_{\min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N_{\max}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\min}$	-0.065	-0.043	-0.032	-0.011	0.000	0.013	0.019	0.032	0.038
		$V_{y\max}$	-0.038	-0.026	-0.019	-0.006	0.000	0.022	0.032	0.054	0.065
		$V_{z\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z\min}$	-0.024	-0.004	0.002	0.007	0.007	0.005	0.002	-0.013	-0.024
		$M_{z\max}$	-0.014	-0.002	0.003	0.011	0.012	0.008	0.003	-0.008	-0.014

3.1.2.- Resistencia

Referencias:

N: Esfuerzo axil (kN)

V_y : Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)

V_z : Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)

M_t : Momento torsor (kN·m)

M_y : Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)

M_z : Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η : Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $\eta \leq 100 \%$.



Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N117/N112	15.87	0.000	-6.348	0.007	-0.293	0.000	-0.733	0.014	G	Cumple
N110/N111	34.25	0.000	1.510	3.071	-0.355	0.000	1.150	0.257	G	Cumple
N214/N212	7.61	0.500	-0.029	0.016	0.401	0.000	-0.200	-0.001	G	Cumple
N51/N9	4.64	1.125	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	G	Cumple

3.1.3.- Flechas

Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.

L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)						
N117/N112	1.042	0.00	1.042	0.55	0.000	0.00	0.000	0.00
	1.042	L/(>1000)	1.042	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N99/N121	0.250	0.05	2.500	3.28	0.000	0.00	0.000	0.00
	0.250	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N214/N217	1.250	0.02	0.750	0.23	0.000	0.00	0.000	0.00
	0.500	L/(>1000)	0.750	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N51/N9	1.125	0.05	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00
	1.125	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)

3.1.4.- Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Barra N117/N112

Perfil: edt_CL, Doble en cajón con presillas (Separación entre los perfiles: 500.0 / 500.0 mm) Material: Acero (S275)								
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas				
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
	N117	N112	2.500	8.64	191.28	7181.56	0.12	
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme								
	Pandeo			Pandeo lateral				
			Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
	β	0.00		0.50	0.00	0.00		
	L _K	0.000		1.250	0.000	0.000		
	C _m	1.000		1.000	1.000	1.000		
Notación: β : Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos								

Nota: El análisis de piezas compuestas se realiza mediante la verificación de cada uno de los perfiles simples que las constituyen. Las comprobaciones de dichos perfiles se realizan para los esfuerzos calculados a partir de los que actúan sobre la pieza compuesta, según sus características mecánicas. Para



las comprobaciones de estabilidad se utiliza la esbeltez mecánica ideal, obtenida en función de la esbeltez de la pieza y una esbeltez complementaria que tiene en cuenta la separación de los enlaces entre los perfiles simples.

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.041} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.042} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N117, para la combinación de acciones 1.35·G.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{3.20} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A_{ef} \cdot f_{yd}$$

$$N_{c,Rd} : \underline{78.39} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{4}$$

A_{ef} : Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

$$A_{ef} : \underline{2.99} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A_{ef} \cdot f_{yd}$$

$$N_{b,Rd} : \underline{76.21} \text{ kN}$$

Donde:

A_{ef} : Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

$$A_{ef} : \underline{2.99} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$



χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

$$\chi_y : \underline{0.97}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$\phi_y : \underline{0.55}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.49}$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{ef} \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.25}$$

N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico.

$$N_{cr} : \underline{1268.66} \text{ kN}$$

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a) y b):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{\infty}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión.

$$N_{cr,FT} : \underline{1268.66} \text{ kN}$$

$$N_{cr,FT} = \frac{1}{2 \cdot \beta} \cdot \left[(N_{cr,y} + N_{cr,T}) - \sqrt{(N_{cr,y} + N_{cr,T})^2 - 4 \cdot \beta \cdot N_{cr,y} \cdot N_{cr,T}} \right]$$

Donde:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{1268.66} \text{ kN}$$

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{95.64} \text{ cm}^4$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{10.36} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{0.06} \text{ cm}^4$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{254.42} \text{ cm}^6$$

E : Módulo de elasticidad

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : \underline{1.250} \text{ m}$$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : \underline{0.000} \text{ m}$$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : \underline{0.000} \text{ m}$$

β : Constante adimensional obtenida mediante la siguiente expresión:

$$\beta : \underline{0.59}$$

$$\beta = 1 - \left(\frac{y_0^2 + z_0^2}{i_0^2} \right)$$

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : \underline{6.46} \text{ cm}$$

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:



i_y , i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : \underline{4.71} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{1.55} \text{ cm}$$

y_o , z_o : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_o : \underline{-41.47} \text{ mm}$$

$$z_o : \underline{0.00} \text{ mm}$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.112} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N117, para la combinación de acciones 1.35·G.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.37} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{ef,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{3.27} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{4}$$

$W_{ef,y}$: Módulo resistente elástico de la sección eficaz correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 4.

$$W_{ef,y} : \underline{12.50} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

**Resistencia a flexión eje Z** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N117, para la combinación de acciones 1.35·G.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{ef,z} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{0.30} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{4}$$

$W_{ef,z}$: Módulo resistente elástico de la sección eficaz correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 4.

$$W_{ef,z}^+ : \underline{1.15} \text{ cm}^3$$

$$W_{ef,z}^- : \underline{2.63} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

**Resistencia a corte Z** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.004} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.15} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{36.29} \text{ kN}$$

Donde:

 A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{2.40} \text{ cm}^2$$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

 h : Canto de la sección.

$$h : \underline{120.00} \text{ mm}$$

 t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{2.00} \text{ mm}$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{Mo}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

 γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$58.00 < 64.71$$

Donde:

 λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{58.00}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

 $\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

 ε : Factor de reducción.

$$\varepsilon : \underline{0.92}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

 f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.0} \text{ MPa}$$

 f_y : Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

**Resistencia a corte Y** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.00 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 30.24 kN

Donde:

 A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 2.00 cm²

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

 A : Área de la sección bruta.

A : 4.32 cm²

 d : Altura del alma.

d : 116.00 mm

 t_w : Espesor del alma.

t_w : 2.00 mm

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.9 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico.

f_y : 275.0 MPa

 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.015 \leq 1.850$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N117, para la combinación de acciones 1.35·G.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.15 kN

 $V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 36.29 kN

**Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.000 \leq 1.541$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N117, para la combinación de acciones 1.35·G.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{30.24} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{u,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{c,Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{0,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{c,Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{0,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.156} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A_{ef} \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{c,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{ef,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{c,Ed}}{W_{ef,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.159} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A_{ef} \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{c,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{ef,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{c,Ed}}{W_{ef,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.156} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N117, para la combinación de acciones 1.35·G.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{3.20} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed} : \underline{0.37} \text{ kN·m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN·m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{4}$$

$N_{u,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección eficaz.

$$N_{u,Rd} : \underline{103.63} \text{ kN}$$

$M_{0,Rd,y}$, $M_{0,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección eficaz en condiciones elásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{0,Rd,y} : \underline{3.28} \text{ kN·m}$$

$$M_{0,Rd,z} : \underline{0.45} \text{ kN·m}$$

e_{Ny} , e_{Nz} : Desplazamiento del centro de gravedad de la sección eficaz respecto al de la sección bruta, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$e_{Ny} : \underline{0.54} \text{ cm}$$

$$e_{Nz} : \underline{-0.26} \text{ cm}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

A_{ef} : Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

$$A_{ef} : \underline{3.96} \text{ cm}^2$$

$W_{ef,y}$, $W_{ef,z}$: Módulos resistentes de la sección eficaz correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{ef,y} : \underline{12.51} \text{ cm}^3$$

$$W_{ef,z} : \underline{1.72} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$



γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M1} : <u>1.05</u>
$k_y, k_z, k_{y,LT}$: Coeficientes de interacción.	
$k_y = 1 + 0.6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{u,Rd}}$	k_y : <u>1.01</u>
$k_z = 1 + 0.6 \cdot \bar{\lambda}_z \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{u,Rd}}$	k_z : <u>1.00</u>
$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.05 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{u,Rd}}$	$k_{y,LT}$: <u>1.00</u>
$C_{m,y}, C_{m,z}, C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.	$C_{m,y}$: <u>1.00</u>
	$C_{m,z}$: <u>1.00</u>
	$C_{m,LT}$: <u>1.00</u>
χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	χ_y : <u>0.95</u>
	χ_z : <u>1.00</u>
χ_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.	χ_{LT} : <u>1.00</u>
$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	$\bar{\lambda}_y$: <u>0.31</u>
	$\bar{\lambda}_z$: <u>0.00</u>
α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.	α_y : <u>0.80</u>
	α_z : <u>1.00</u>

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N117, para la combinación de acciones G-S1(X).

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$0.011 \leq 1.850$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{0.11} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{36.29} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

**Limitación de esbeltez** (CTE DB SE-A, Artículo Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{ef} \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda} : \underline{0.25}$$



Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{4}$$

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

$$A_{ef} : \underline{2.99} \text{ cm}^2$$

f_y: Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{1268.66} \text{ kN}$$

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{1268.66} \text{ kN}$$

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{\infty}$$

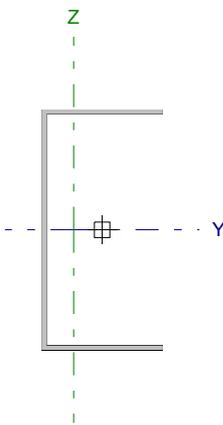
N_{cr,T}: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

N_{cr,FT}: Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión.

$$N_{cr,FT} : \underline{1268.66} \text{ kN}$$

**Barra N110/N111**

Perfil: edt_CL, Perfil simple Material: Acero (S275)									
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas					
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	y _g ⁽³⁾ (mm)	z _g ⁽³⁾ (mm)
		N110	N111	0.500	8.22	257.26	40.23	0.25	-16.38
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme ⁽³⁾ Coordenadas del centro de gravedad									
				Pandeo		Pandeo lateral			
				Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
				β	1.00	1.00	0.00	0.00	
				L _k	0.500	0.500	0.000	0.000	
				C _m	1.000	1.000	1.000	1.000	
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos									

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.007}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G.

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{1.51} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción **N_{t,Rd}** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$$N_{t,Rd} : \underline{215.29} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{8.22} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

**Resistencia a flexión eje Y** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.156} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.250 m del nudo N110, para la combinación de acciones 1.35-G.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{1.19} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{ef,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{7.63} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{4}$$

$W_{ef,y}$: Módulo resistente elástico de la sección eficaz correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 4.

$$W_{ef,y} : \underline{29.15} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{Mo}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

**Resistencia a flexión eje Z** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.248} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N110, para la combinación de acciones 1.35·G.

 M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.26} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

 M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{ef,z} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{1.04} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{4}$$

 $W_{ef,z}$: Módulo resistente elástico de la sección eficaz correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 4.

$$W_{ef,z}^+ : \underline{3.96} \text{ cm}^3$$

$$W_{ef,z}^- : \underline{7.62} \text{ cm}^3$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

**Resistencia a corte Z** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.006} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N111, para la combinación de acciones 1.35·G.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.39} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{63.51} \text{ kN}$$

Donde:

 A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{4.20} \text{ cm}^2$$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

 h : Canto de la sección.

$$h : \underline{140.00} \text{ mm}$$

 t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{3.00} \text{ mm}$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{Mo}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

 γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$44.67 < 64.71$$

Donde:

 λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{44.67}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

 $\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

 ε : Factor de reducción.

$$\varepsilon : \underline{0.92}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

 f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.0} \text{ MPa}$$

 f_y : Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

**Resistencia a corte Y** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.048} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N110, para la combinación de acciones 1.35·G.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{3.07} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{63.51} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{4.20} \text{ cm}^2$$

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{8.22} \text{ cm}^2$$

d : Altura del alma.

$$d : \underline{134.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{3.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{MO}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.036 \leq 3.237$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.35} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{63.51} \text{ kN}$$

**Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.313 \leq 3.237$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{3.07} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{63.51} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{t,Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{0,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{t,Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{0,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.343}$$



$$\eta = \frac{M_{ef,Ed}}{M_{b,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{0,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.325}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N110, para la combinación de acciones 1.35·G.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{1.51} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{1.15} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^+ : \underline{0.26} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{4}$$

$N_{u,Rd}$: Resistencia a tracción.

$$N_{u,Rd} : \underline{215.29} \text{ kN}$$

$M_{0,Rd,y}$, $M_{0,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección eficaz en condiciones elásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{0,Rd,y} : \underline{7.92} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{0,Rd,z} : \underline{1.38} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

e_{Ny} , e_{Nz} : Desplazamiento del centro de gravedad de la sección eficaz respecto al de la sección bruta, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$e_{Ny} : \underline{-0.52} \text{ cm}$$

$$e_{Nz} : \underline{-0.33} \text{ cm}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

$M_{ef,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{ef,Ed} : \underline{1.11} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{ef,Ed} = W_{y,com} \cdot \sigma_{com,Ed}$$

Siendo:

$\sigma_{com,Ed}$: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.

$$\sigma_{com,Ed} : \underline{36.6} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{com,Ed} = \frac{M_{y,Ed}}{W_{y,com}} - 0.8 \cdot \frac{N_{t,Ed}}{A}$$

$W_{y,com}$: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

$$W_{y,com} : \underline{30.23} \text{ cm}^3$$

A_{ef} : Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

$$A_{ef} : \underline{8.22} \text{ cm}^2$$

$M_{b,Rd,y}$: Momento flector resistente de cálculo.

$$M_{b,Rd,y} : \underline{7.92} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

**Resistencia a flexión, axil y cortante combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G.

$$V_{Ed,y} \leq \frac{V_{c,Rd,y}}{2}$$

$$0.313 \leq 3.237$$

Donde:

$V_{Ed,y}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,y} : \underline{3.07} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,y}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,y} : \underline{63.51} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículo Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras traccionadas no debe superar el valor 3.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda} : \underline{0.26}$$



Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{8.22} \text{ cm}^2$$

f_y: Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{3335.37} \text{ kN}$$

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{21327.94} \text{ kN}$$

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{3335.37} \text{ kN}$$

N_{cr,T}: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

N_{cr,FT}: Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión.

$$N_{cr,FT} : \underline{21327.94} \text{ kN}$$



Barra N214/N212

Perfil: edt_PL, Perfil simple Material: Acero (S275)							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
	N214	N212	0.500	6.00	72.00	0.13	0.50
	Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral			
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
	β	0.50	0.00	0.00	0.00		
	L _K	0.250	0.000	0.000	0.000		
	C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
	Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos						

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G.

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.03} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión **N_{c,Rd}** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$$N_{c,Rd} : \underline{157.14} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{3}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{6.00} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$



γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

$$N_{b,Rd} : \underline{30.96} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{6.00} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

$$\chi_z : \underline{0.20}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$\phi_z : \underline{2.93}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{2.00}$$

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

$$N_{cr} : \underline{41.45} \text{ kN}$$

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{\infty}$$

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{41.45} \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{I_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{72.00} \text{ cm}^4$$

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{0.13} \text{ cm}^4$$

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{0.50} \text{ cm}^4$$

I_w: Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{6.00} \text{ cm}^6$$

E: Módulo de elasticidad

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$



Listados

ejemplo1

Fecha: 27/06/14

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} : <u>0.000</u> m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} : <u>0.250</u> m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} : <u>0.000</u> m
i_o : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i_o : <u>3.47</u> cm
$i_o = (i_y^2 + i_z^2 + y_o^2 + z_o^2)^{0.5}$	
Siendo:	
i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y : <u>3.46</u> cm
	i_z : <u>0.14</u> cm
y_o, z_o : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	y_o : <u>0.00</u> mm
	z_o : <u>0.00</u> mm

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.064}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N212, para la combinación de acciones 1.35-G.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.20} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{el,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{3.14} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{3}$$

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 3.

$$W_{el,y} : \underline{12.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{MO}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

**Resistencia a flexión eje Z** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.008} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N212, para la combinación de acciones 1.35·G.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{0.20} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{2}$$

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{0.75} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

**Resistencia a corte Z** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.004} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35-G.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{Ed} : \underline{0.40} \text{ kN}$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd} : \underline{90.73} \text{ kN}$

Donde:

 A_v : Área transversal a cortante.

$A_v : \underline{6.00} \text{ cm}^2$

$$A_v = h \cdot t$$

Siendo:

 h : Canto de la sección.

$h : \underline{120.00} \text{ mm}$

 t : Espesor de la chapa.

$t : \underline{5.00} \text{ mm}$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico.

$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$

 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$

**Resistencia a corte Y** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N212, para la combinación de acciones 1.35·G.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.02} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{90.73} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{6.00} \text{ cm}^2$$

$$A_v = h \cdot t$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

$$h : \underline{120.00} \text{ mm}$$

t : Espesor de la chapa.

$$t : \underline{5.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{Mo}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.041 \leq 4.624$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.250 m del nudo N214, para la combinación de acciones 1.35·G.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.40} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{90.73} \text{ kN}$$

**Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.002 \leq 4.624$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N212, para la combinación de acciones 1.35·G.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.02} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{90.73} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{el,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.075} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{el,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.075} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{el,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.076} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N212, para la combinación de acciones 1.35·G.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.03} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed} : \underline{0.20} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{3}$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{157.14} \text{ kN}$$

$M_{el,Rd,y}$, $M_{el,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones elásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{el,Rd,y} : \underline{3.14} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{el,Rd,z} : \underline{0.13} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{6.00} \text{ cm}^2$$

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{el,y} : \underline{12.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z} : \underline{0.50} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$



$k_y, k_z, k_{y,LT}$: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + 0.6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}} \quad k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z = 1 + 0.6 \cdot \bar{\lambda}_z \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \quad k_z : \underline{1.00}$$

$$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.05 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \quad k_{y,LT} : \underline{1.00}$$

$C_{m,y}, C_{m,z}, C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,LT} : \underline{1.00}$$

χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{1.00}$$

$$\chi_z : \underline{0.20}$$

χ_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} : \underline{1.00}$$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.00}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{2.00}$$

α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \underline{0.80}$$

$$\alpha_z : \underline{1.00}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.250 m del nudo N214, para la combinación de acciones 1.35·G.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2} \quad 0.041 \leq 4.624$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{0.40} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{90.73} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

**Limitación de esbeltez** (CTE DB SE-A, Artículo Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda} : \underline{2.00} \quad \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{3}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$\mathbf{A} : \underline{6.00} \text{ cm}^2$$

f_y: Límite elástico.

$$\mathbf{f}_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$\mathbf{N}_{cr} : \underline{41.45} \text{ kN}$$

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$\mathbf{N}_{cr,y} : \underline{\infty}$$

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$\mathbf{N}_{cr,z} : \underline{41.45} \text{ kN}$$

N_{cr,T}: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$\mathbf{N}_{cr,T} : \underline{\infty}$$



Barra N51/N9

Perfil: edt_CL, Perfil simple Material: Acero (S275)										
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas						
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	y _g ⁽³⁾ (mm)	z _g ⁽³⁾ (mm)	
	N51	N9	2.250	5.52	175.24	27.39	0.07	-16.75	0.00	
	<i>Notas:</i> ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme ⁽³⁾ Coordenadas del centro de gravedad									
		Pandeo			Pandeo lateral					
				Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.			
	β		1.00	1.00	0.00	0.00				
	L _k		2.250	2.250	0.000	0.000				
	C _m		1.000	1.000	1.000	1.000				
	<i>Notación:</i> β : Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos									

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

**Resistencia a flexión eje Z** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.046} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.125 m del nudo N51, para la combinación de acciones 1.35-G.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{ef,z} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{0.26} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{4}$$

$W_{ef,z}$: Módulo resistente elástico de la sección eficaz correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 4.

$$W_{ef,z}^+ : \underline{1.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{ef,z}^- : \underline{5.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{Mo}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

**Resistencia a corte Y** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N51, para la combinación de acciones 1.35·G.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.06} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{42.34} \text{ kN}$$

Donde:

 A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{2.80} \text{ cm}^2$$

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

 A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{5.52} \text{ cm}^2$$

 d : Altura del alma.

$$d : \underline{136.00} \text{ mm}$$

 t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{2.00} \text{ mm}$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{Mo}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

 γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.007 \leq 2.158$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N51, para la combinación de acciones 1.35·G.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.06} \text{ kN}$$

 $V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{42.34} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

**Resistencia a flexión, axil y cortante combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículo Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.



3.1.5.- Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado	
	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _z M _y V _z	M _t	M _y V _z	M _z V _y		$\bar{\lambda}$
N117/N112	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 4.2$	x: 0 m $\eta = 11.2$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 15.9$	x: 0 m $\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	$\bar{\lambda} < 2.0$	CUMPLE $\eta = 15.9$
N110/N111	$\eta = 0.7$	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.25 m $\eta = 15.6$	x: 0 m $\eta = 24.8$	x: 0.5 m $\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta = 4.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 34.3$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	$\bar{\lambda} \leq 3.0$	CUMPLE $\eta = 34.3$
N214/N212	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	$\eta = 0.1$	x: 0.5 m $\eta = 6.4$	x: 0.5 m $\eta = 0.8$	$\eta = 0.4$	x: 0.5 m $\eta < 0.1$	x: 0.25 m $\eta < 0.1$	x: 0.5 m $\eta < 0.1$	x: 0.5 m $\eta = 7.6$	x: 0.25 m $\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	$\bar{\lambda} < 2.0$	CUMPLE $\eta = 7.6$
N51/N9	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	x: 1.13 m $\eta = 4.6$	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m $\eta = 0.2$	N.P. ⁽⁷⁾	x: 0 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE $\eta = 4.6$

Notación:
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_y: Resistencia a flexión eje Y
M_z: Resistencia a flexión eje Z
V_z: Resistencia a corte Z
V_y: Resistencia a corte Y
M_yV_z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_zV_y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_yM_z: Resistencia a flexión y axil combinados
NM_zM_yV_z: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_yV_z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_zV_y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
 $\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez
x: Distancia al origen de la barra
 η : Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
⁽³⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
⁽⁵⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.
⁽⁶⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
⁽⁷⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
⁽⁸⁾ No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
⁽⁹⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
⁽¹⁰⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.

PREMARCO + PISE

El panel base se compone de cuatro perfiles conformados LD formando un cajón. Al soldar estos perfiles, en la parte posterior por su propia geometría forman un marco metálico. A él se ancla la chapa metálica. Este perfil LD es 120.60. El panel así forma una unidad. A diferencia del caso anterior, el panel se ancla directamente a la cimentación a través de unas carteles. En la parte superior, un perfil tubular (140.100mm) conformado por dos perfiles en U en cajón soldado, hará la función de solera superior, repartiendo las cargas de manera uniforme y dando rigidez al conjunto.

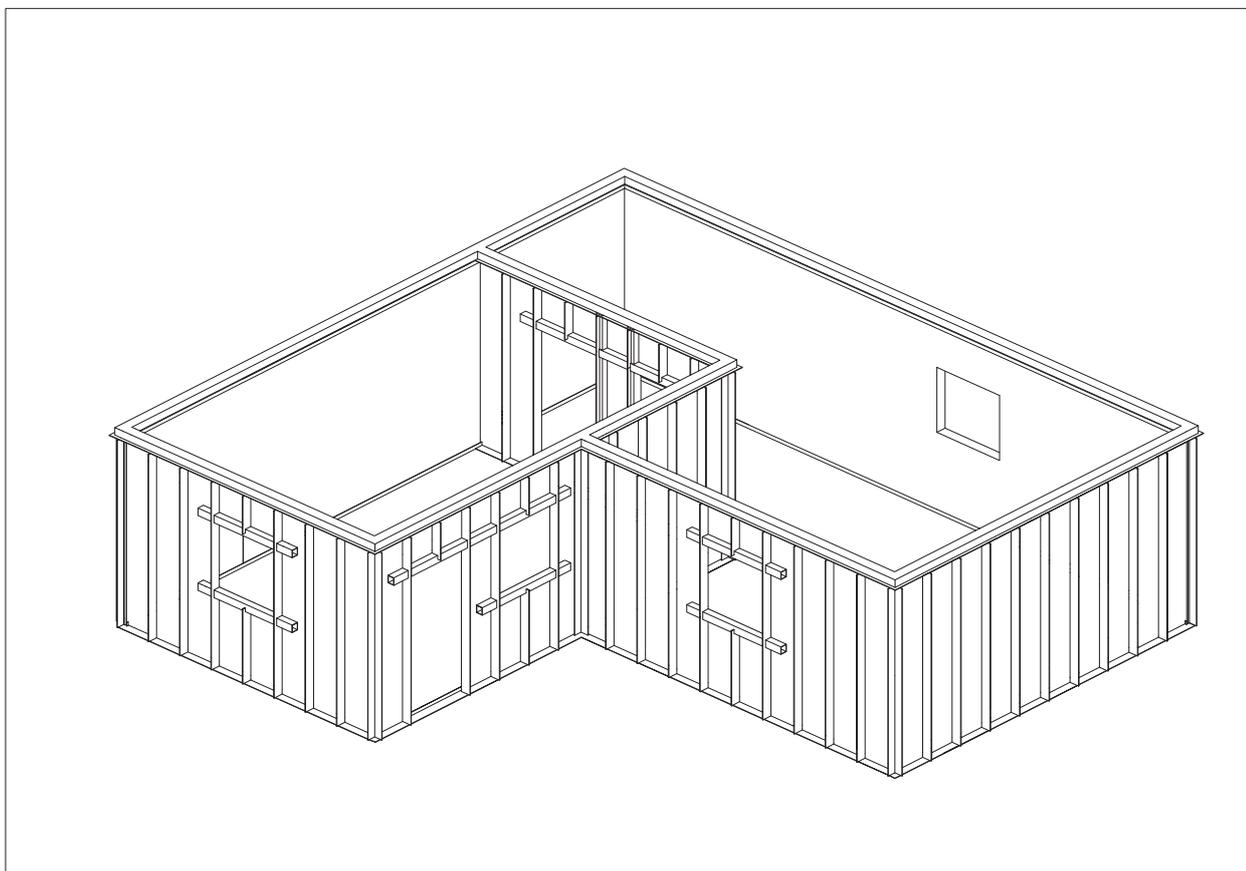
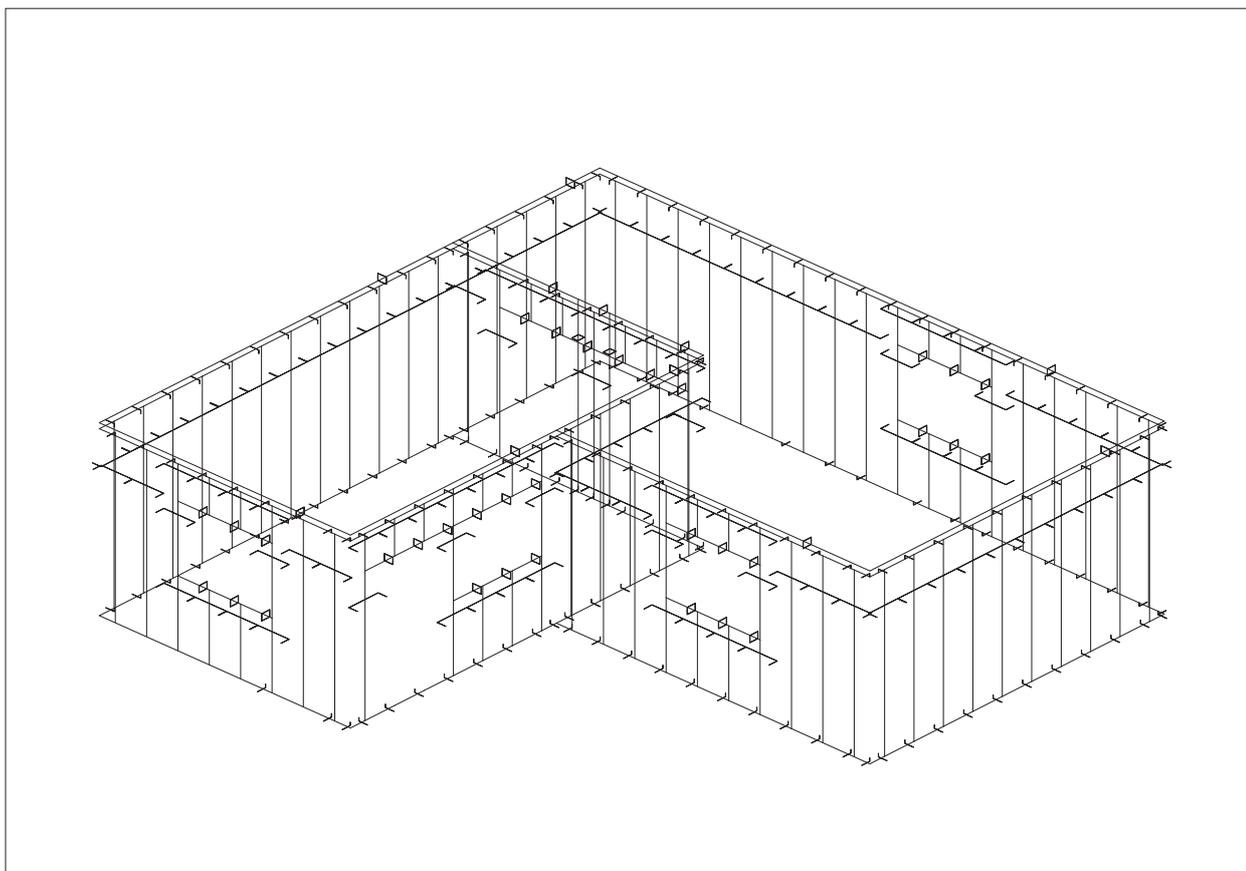
Al igual que en el caso anterior, como primer dimensionamiento, se les da un espesor a los perfiles de 5mm. Aquí los perfiles tienen un mayor aprovechamiento. Los perfiles verticales del panel trabajan aproximadamente en un 40%, los horizontales un 65%. El perfil tubular de cubierta 40%. En el muro con dos aperturas tipo puertas, el perfil intermedio entre ambas sufría un aprovechamiento de más de 1000%. Sin embargo al introducir los perfiles de refuerzo (sólo en este vano, pues en los demás casos no hay problemas, y los dinteles y alféizares apenas tienen un aprovechamiento del 5%), se reduce considerablemente.

Calculamos la estructura con un espesor de 3mm. A diferencia del caso anterior, los problemas no se concentran en vanos, sino en los montantes y el perfil de tubular de cubierta, con aprovechamientos hasta del 260%. Ya que los fallos resistentes no se deben a un fallo en el diseño de la estructura, sino del diseño de la geometría del proyecto, no se puede resolver de la misma manera que en el caso anterior. Sabiendo los muros que más trabajan según diseño, se podría sectorizar la estructura en diferentes partes con sus respectivos perfiles. De esta manera no se dimensionaría ningún perfil.

Sin embargo, los aprovechamientos resistentes de la estructura de Premarco con 5mm de espesor son lo suficientemente altos como para aceptarlos sin considerar un sobredimensionamiento importante. Al igual que anteriormente, la solera inferior tiene muy bajo rendimiento ya que la sobrecarga de uso de la vivienda no se incorpora al no introducir la cimentación en el cálculo.

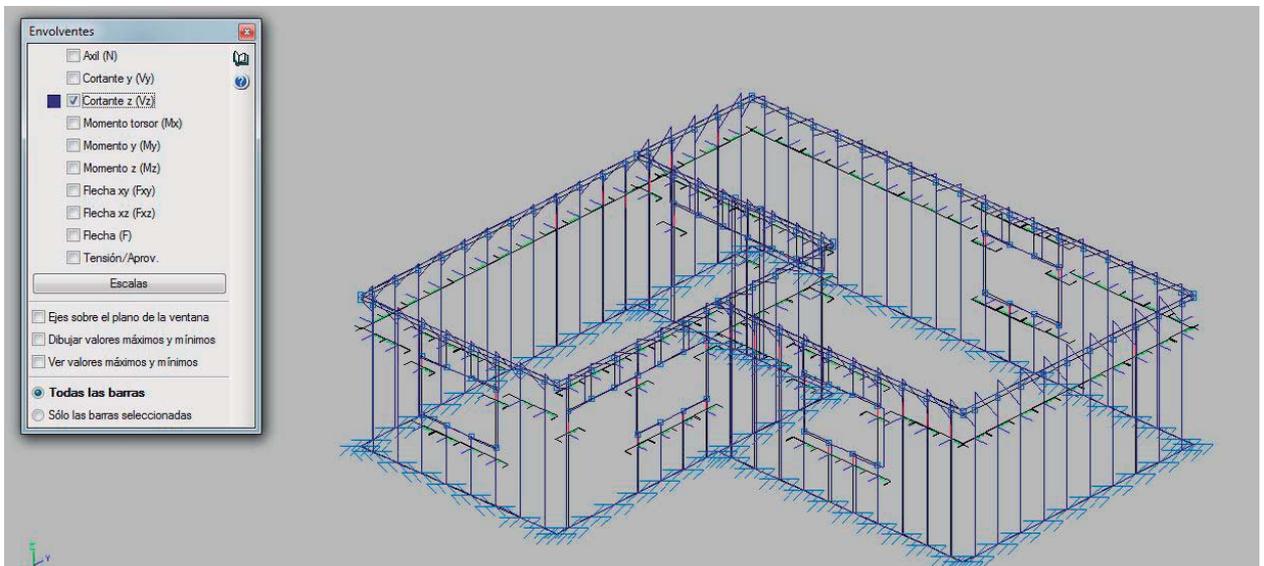
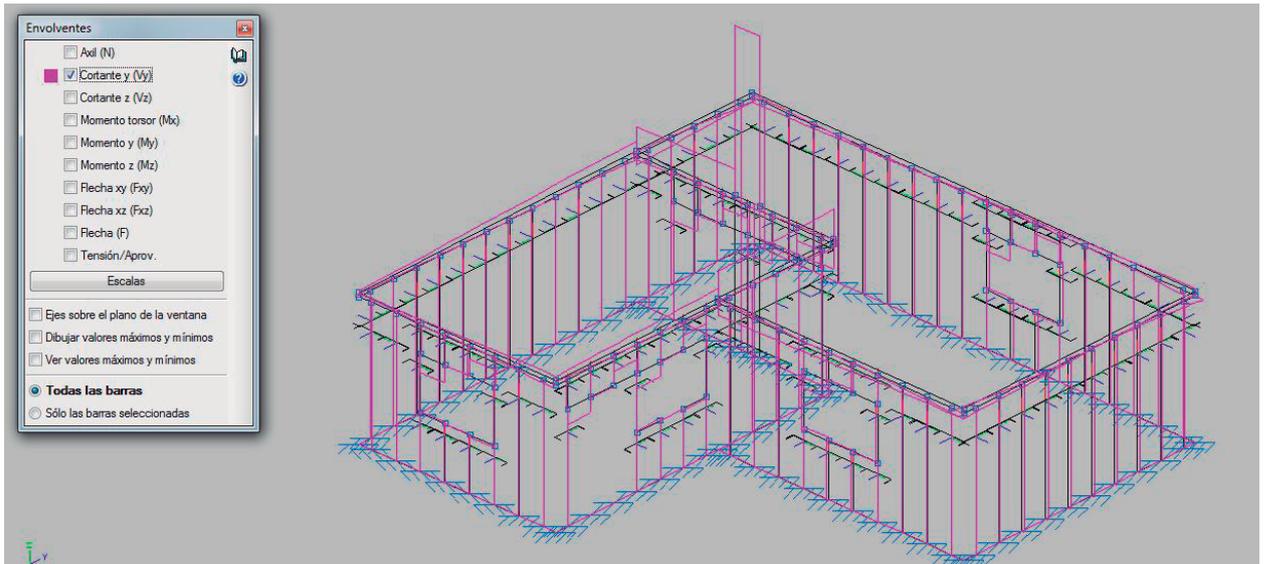
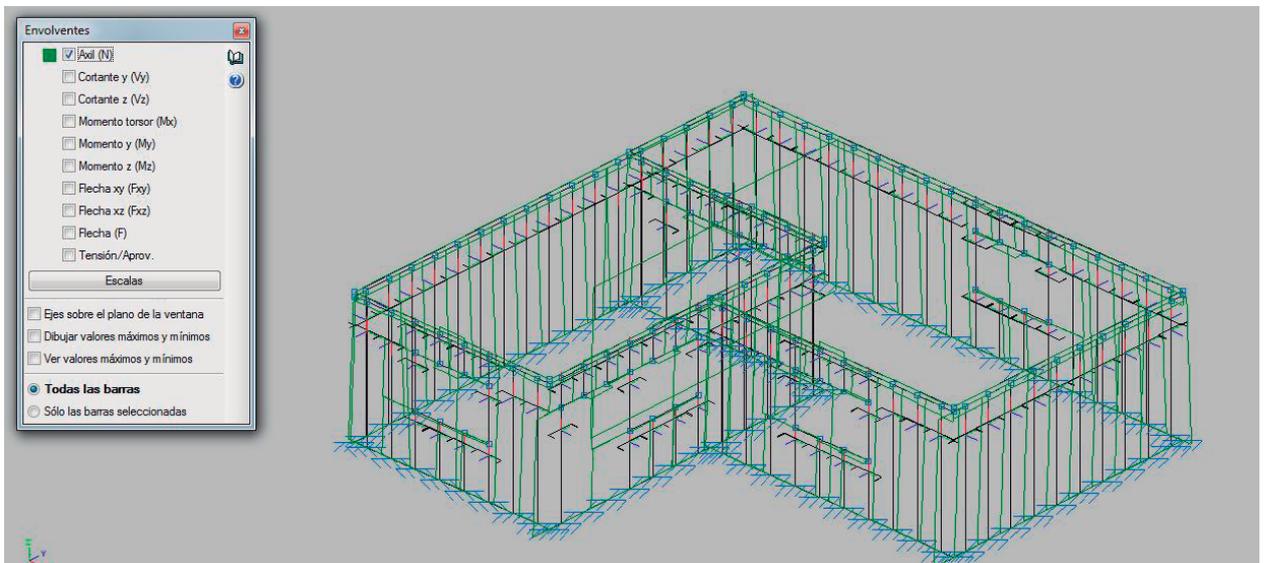
La diferencia de espesor entre esta técnica y la anterior se debe a que el panel del Steel Framing estaba mucho más arriostrado su configuración estructural, y forma un conjunto más estable.

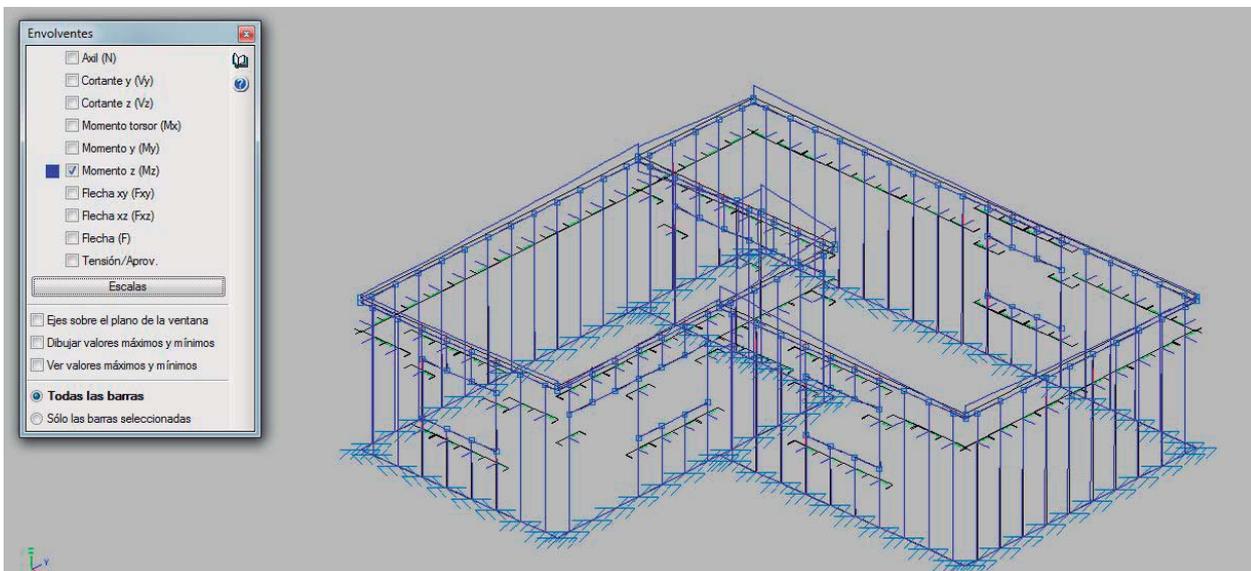
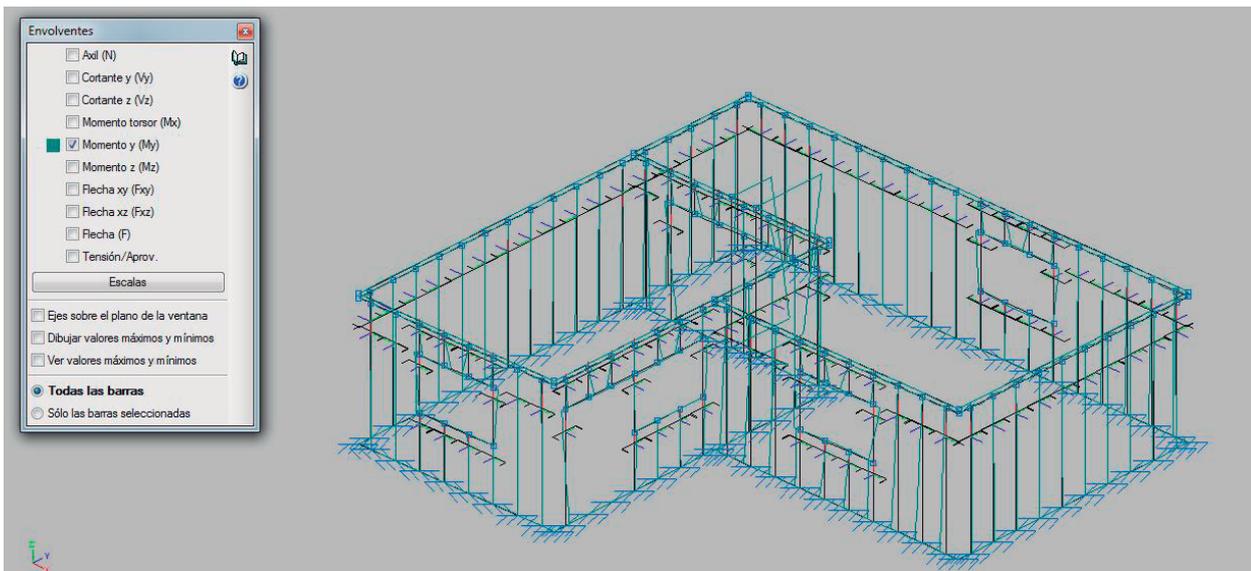
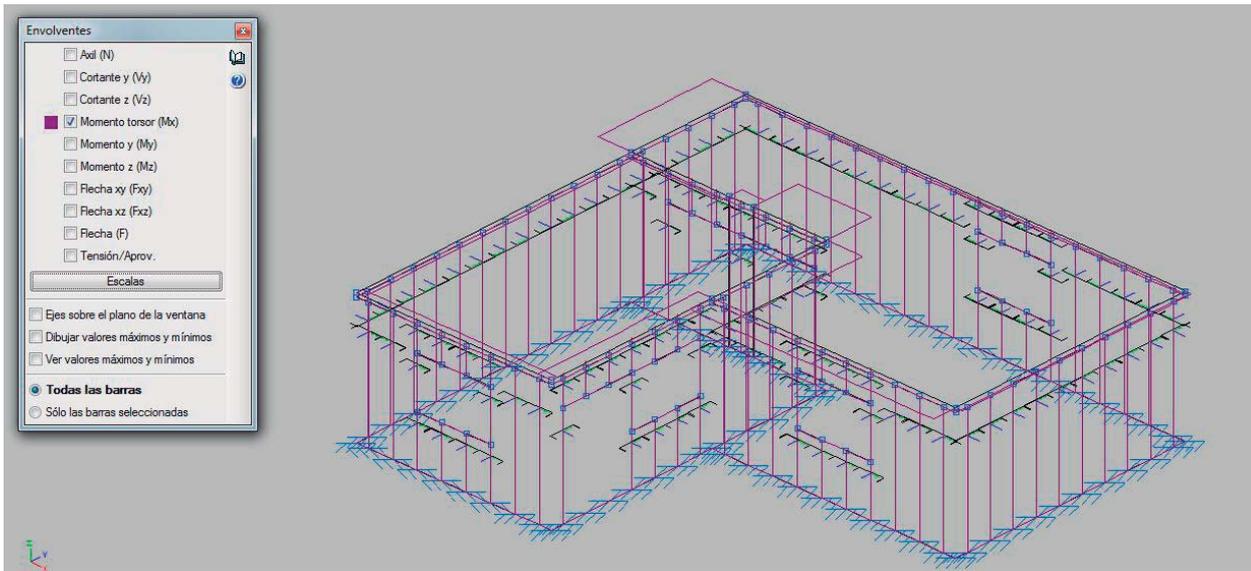
Se incorporan las envolventes, los datos de cálculo y los resultados para cada perfil: montante, solera superior, solera inferior, dinteles-alféizares.

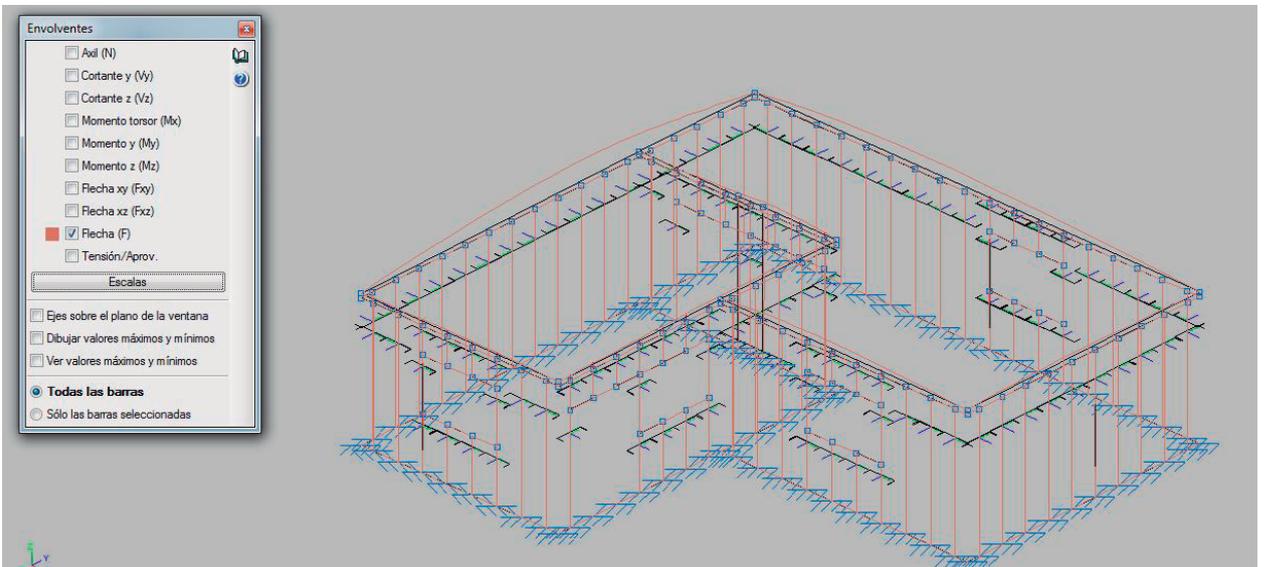
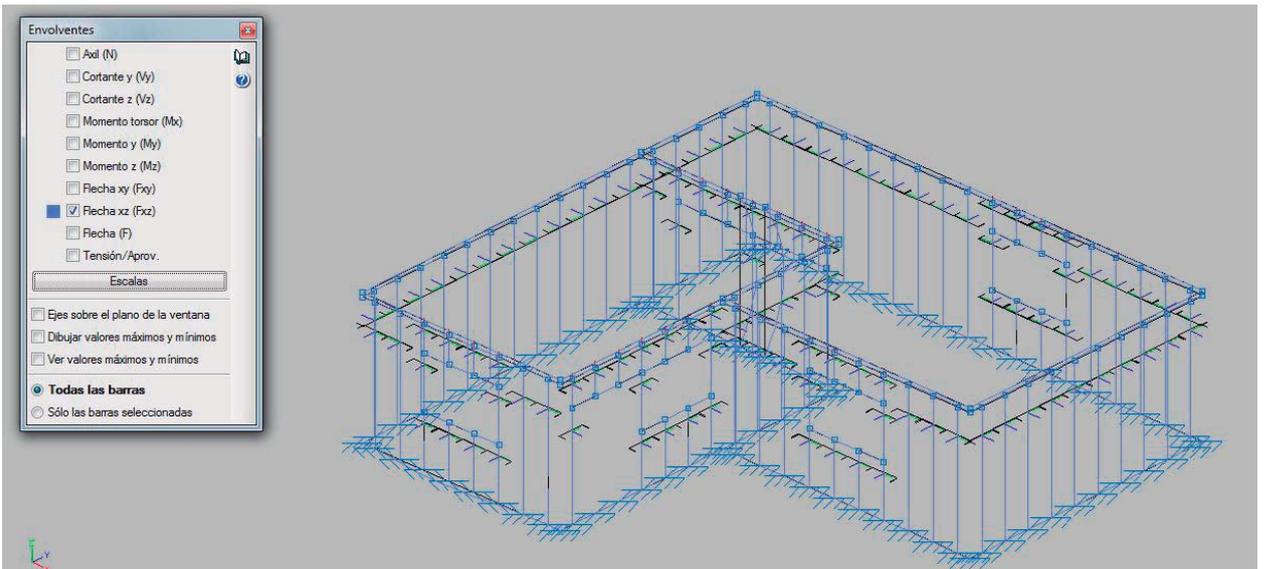
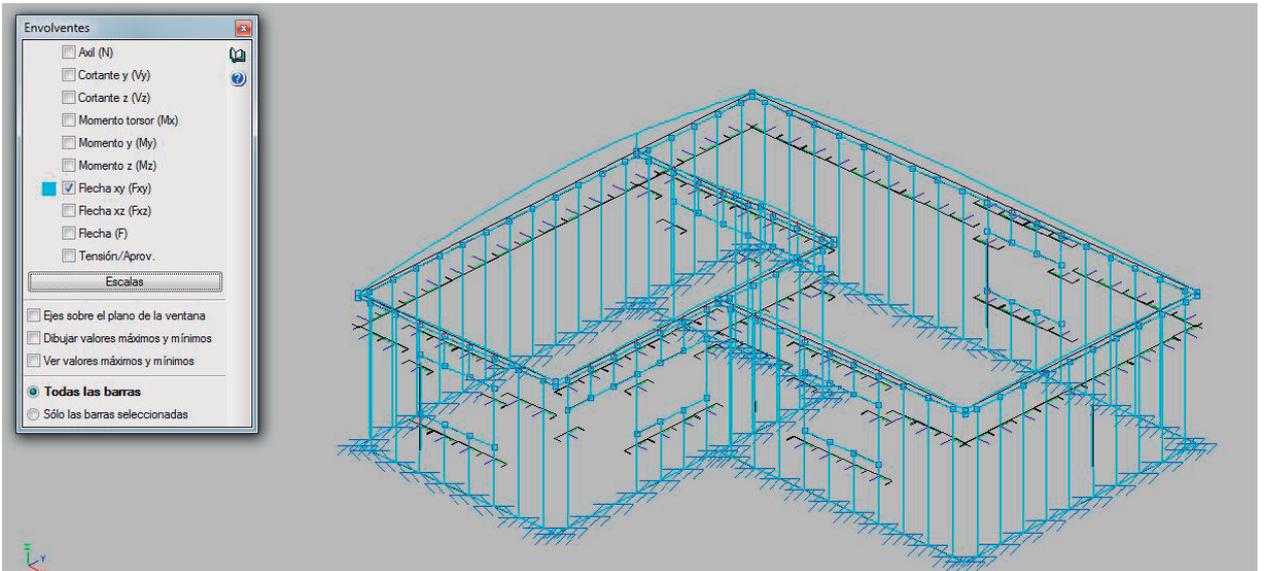


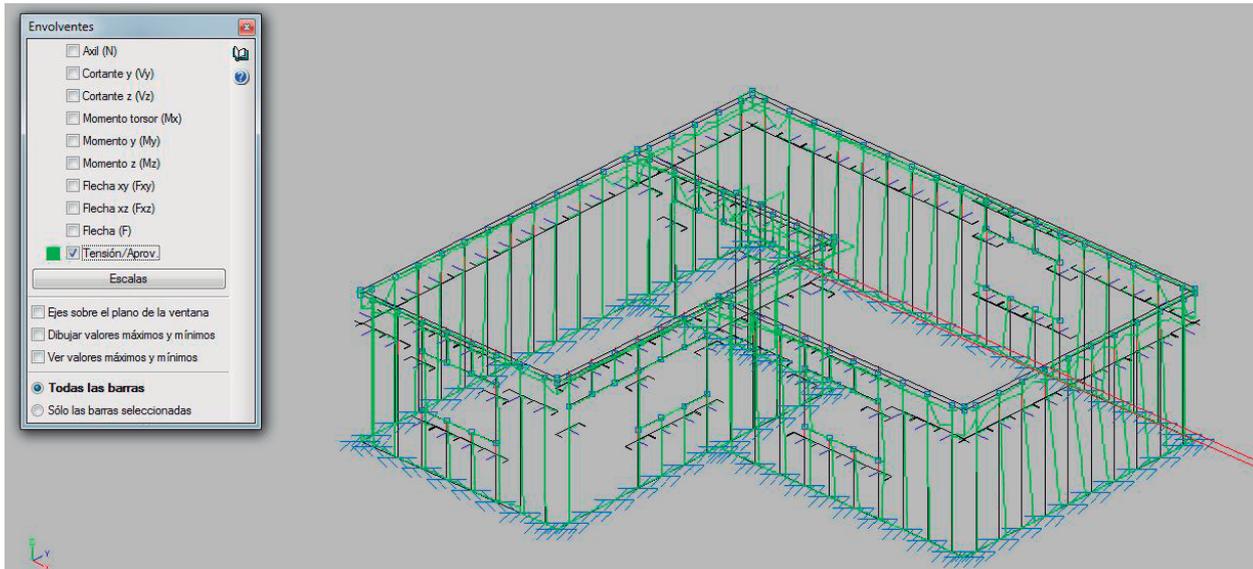
D04-05. Premarco + PISE. En la primera figura perfiles en el eje. En la segunda figura, 3D real de la estructura metálica.

Envoltorios PREMACO + PISE









LISTADO COMPROBACIÓN EN CYPE.

ÍNDICE

1.- GEOMETRÍA.....	2
1.1.- Barras.....	2
1.1.1.- Materiales utilizados.....	2
1.1.2.- Descripción.....	2
1.1.3.- Características mecánicas.....	2
1.1.4.- Tabla de medición.....	3
1.1.5.- Resumen de medición.....	3
2.- CARGAS.....	3
2.1.- Barras.....	3
3.- RESULTADOS.....	4
3.1.- Barras.....	4
3.1.1.- Esfuerzos.....	4
3.1.2.- Resistencia.....	12
3.1.3.- Flechas.....	13
3.1.4.- Comprobaciones E.L.U. (Completo).....	13
3.1.5.- Comprobaciones E.L.U. (Resumido).....	50



1.- GEOMETRÍA

1.1.- Barras

1.1.1.- Materiales utilizados

Materiales utilizados						
Material		E	G	σ_e	α_t	γ
Tipo	Designación	(GPa)	(GPa)	(GPa)	(m/m°C)	(kN/m ³)
Acero laminado	S275	206.01	79.23	0.28	1.2e-005	77.01

Notación:
E: Módulo de elasticidad
G: Módulo de cortadura
 σ_e : Límite elástico
 α_t : Coeficiente de dilatación
 γ : Peso específico

1.1.2.- Descripción

Descripción									
Material		Barra	Pieza	Perfil(Serie)	Longitud	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.}	Lb _{Inf.}
Tipo	Designación	(Ni/Nf)	(Ni/Nf)		(m)			(m)	(m)
Acero laminado	S275	N153/N151	N122/N124	edt_LL (edt_LL)	1.00	1.00	1.00	-	-
		N184/N223	N184/N176	edt_CL (edt_CL)	2.00	0.00	0.50	-	-
		N161/N173	N161/N189	edt_LL (edt_LL)	0.25	1.00	1.00	-	-
		N222/N218	N222/N223	2xedt_CL([]) (edt_CL)	0.50	1.00	1.00	-	-
		N230/N229	N230/N229	2xedt_CL([]) (edt_CL)	5.00	0.00	0.50	-	-

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final
 β_{xy} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'
 β_{xz} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'
Lb_{Sup.}: Separación entre arriostramientos del ala superior
Lb_{Inf.}: Separación entre arriostramientos del ala inferior

1.1.3.- Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N122/N124 y N161/N189
2	N184/N176
3	N222/N223 y N230/N229

Características mecánicas							
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	I _{yy} (cm ⁴)	I _{zz} (cm ⁴)	I _{xx} (cm ⁴)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	1	edt_LL, Perfil simple, (edt_LL)	9.25	14.58	191.96	0.77
		2	edt_CL, Perfil simple, (edt_CL)	36.50	12253.04	410.82	3.04
		3	edt_CL, Doble en cajón soldado, (edt_CL) Cordón continuo	23.00	638.92	376.92	716.57



Características mecánicas							
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	I _{yy} (cm ⁴)	I _{zz} (cm ⁴)	I _{xx} (cm ⁴)
Tipo	Designación						
Notación: Ref.: Referencia A: Sección I _{yy} : Inercia flexión I _{yy} I _{zz} : Inercia flexión I _{zz} I _{xx} : Inercia torsión Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.							

1.1.4.- Tabla de medición

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kp)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275	N122/N124	edt_LL (edt_LL)	9.00	0.008	65.35
		N184/N176	edt_CL (edt_CL)	2.50	0.009	71.63
		N161/N189	edt_LL (edt_LL)	4.00	0.004	29.05
		N222/N223	2xedt_CL([]) (edt_CL)	1.50	0.003	27.08
		N230/N229	2xedt_CL([]) (edt_CL)	5.00	0.012	90.27
Notación: Ni: Nudo inicial Nf: Nudo final						

1.1.5.- Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m ³)	Serie (m ³)	Material (m ³)	Perfil (kp)	Serie (kp)	Material (kp)
Acero laminado	S275	edt_LL	edt_LL, Perfil simple	13.00	13.00	22.00	0.012	0.012	0.036	94.40	94.40	283.39
			edt_CL, Perfil simple	2.50			0.009			71.63		
		edt_CL	edt_CL, Doble en cajón soldado	6.50	9.00		0.015	117.36				
								0.024		188.99		

2.- CARGAS

2.1.- Barras

Referencias:

'P1', 'P2':

- Cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales: 'P1' es el valor de la carga en el punto donde comienza (L1) y 'P2' es el valor de la carga en el punto donde termina (L2).
- Cargas triangulares: 'P1' es el valor máximo de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Incrementos de temperatura: 'P1' y 'P2' son los valores de la temperatura en las caras exteriores o paramentos de la pieza. La orientación de la variación del incremento de temperatura sobre la sección transversal dependerá de la dirección seleccionada.

'L1', 'L2':

- Cargas y momentos puntuales: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde se aplica la carga. 'L2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales, en faja, y triangulares: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde comienza la carga, 'L2' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde termina la carga.



Unidades:

- Cargas puntuales: kN
- Momentos puntuales: kN·m.
- Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapezoidales: kN/m.
- Incrementos de temperatura: °C.

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N153/N151	Carga permanente	Uniforme	0.071	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N184/N223	Carga permanente	Uniforme	0.281	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N161/N173	Carga permanente	Uniforme	0.071	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N161/N173	Carga permanente	Uniforme	4.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N161/N173	Carga permanente	Uniforme	0.451	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N222/N218	Carga permanente	Uniforme	0.177	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N230/N229	Carga permanente	Uniforme	0.177	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

3.- RESULTADOS

3.1.- Barras

3.1.1.- Esfuerzos

Referencias:

N: Esfuerzo axil (kN)

Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)

Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)

Mt: Momento torsor (kN·m)

My: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)

Mz: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)

3.1.1.1.- Hipótesis

Esfuerzos en barras, por hipótesis							
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N153/N151	Carga permanente	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	-0.000	-0.000	0.000	-0.000	-0.000
		Vz	-0.036	-0.018	0.000	0.018	0.036
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-0.006	0.001	0.003	0.001	-0.006
		Mz	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
	S 1 (X)	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	S 1 (Y)	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000



Esfuerzos en barras, por hipótesis							
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.200 m	0.400 m	0.800 m	1.000 m	1.200 m	1.600 m	1.800 m	2.000 m
N184/N223	Carga permanente	N	-7.351	-7.295	-7.239	-7.126	-7.070	-7.014	-6.902	-6.845	-6.789
		Vy	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059
		Vz	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254
		Mt	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
		My	-0.372	-0.321	-0.270	-0.168	-0.118	-0.067	0.035	0.086	0.137
		Mz	-0.201	-0.190	-0.178	-0.154	-0.143	-0.131	-0.107	-0.096	-0.084
	S 1 (X)	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	S 1 (Y)	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Esfuerzos en barras, por hipótesis					
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.125 m	0.250 m
N161/N173	Carga permanente	N	0.599	0.599	0.599
		Vy	0.839	0.783	0.727
		Vz	-0.155	-0.671	-1.187
		Mt	-0.002	-0.002	-0.002
		My	-0.001	0.051	0.167
		Mz	0.356	0.254	0.160
	S 1 (X)	N	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000
	S 1 (Y)	N	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000



Esfuerzos en barras, por hipótesis					
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.250 m	0.500 m
N222/N218	Carga permanente	N	0.052	0.052	0.052
		Vy	-2.445	-2.401	-2.356
		Vz	-0.378	-0.378	-0.378
		Mt	-0.135	-0.135	-0.135
		My	0.001	0.095	0.190
		Mz	-0.621	-0.015	0.580
	S 1 (X)	N	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000
	S 1 (Y)	N	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m
N230/N229	Carga permanente	N	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
		Vy	-2.114	-2.003	-1.893	-1.782	-1.671	-1.560	-1.450	-1.339	-1.228
		Vz	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
		Mt	-3.528	-3.528	-3.528	-3.528	-3.528	-3.528	-3.528	-3.528	-3.528
		My	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
		Mz	-7.387	-6.100	-4.883	-3.734	-2.655	-1.645	-0.705	0.167	0.969
	S 1 (X)	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	S 1 (Y)	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

3.1.1.2.- Combinaciones

Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N153/N151	Acero laminado	0.8-G	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.028	-0.014	0.000	0.014	0.028
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	-0.005	0.000	0.002	0.000	-0.005



Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
			Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		1.35-G	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.048	-0.024	0.000	0.024	0.048
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	-0.008	0.000	0.004	0.000	-0.008
			Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		G-S1(X)	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.036	-0.018	0.000	0.018	0.036
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	-0.006	0.000	0.003	0.000	-0.006
			Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		G+S1(X)	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.036	-0.018	0.000	0.018	0.036
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	-0.006	0.000	0.003	0.000	-0.006
			Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		G-S1(Y)	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.036	-0.018	0.000	0.018	0.036
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	-0.006	0.000	0.003	0.000	-0.006
			Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		G+S1(Y)	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.036	-0.018	0.000	0.018	0.036
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	-0.006	0.000	0.003	0.000	-0.006
			Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Esfuerzos en barras, por combinación														
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra										
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.200 m	0.400 m	0.800 m	1.000 m	1.200 m	1.600 m	1.800 m	2.000 m		
N184/N223	Acero laminado	0.8-G	N	-5.881	-5.836	-5.791	-5.701	-5.656	-5.611	-5.521	-5.476	-5.431		
			Vy	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047	
			Vz	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204	
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
			My	-0.298	-0.257	-0.216	-0.135	-0.094	-0.053	0.028	0.069	0.110	0.110	
			Mz	-0.161	-0.152	-0.142	-0.124	-0.114	-0.105	-0.086	-0.077	-0.067	-0.067	
				1.35-G	N	-9.924	-9.848	-9.773	-9.621	-9.545	-9.469	-9.317	-9.241	-9.165
					Vy	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079
					Vz	-0.344	-0.344	-0.344	-0.344	-0.344	-0.344	-0.344	-0.344	-0.344
					Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
					My	-0.502	-0.433	-0.365	-0.227	-0.159	-0.090	0.047	0.116	0.185
					Mz	-0.272	-0.256	-0.240	-0.209	-0.193	-0.177	-0.145	-0.129	-0.113
				G-S1(X)	N	-7.351	-7.295	-7.239	-7.126	-7.070	-7.014	-6.902	-6.845	-6.789
					Vy	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059
					Vz	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254
					Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
					My	-0.372	-0.321	-0.270	-0.168	-0.118	-0.067	0.035	0.086	0.137
					Mz	-0.372	-0.321	-0.270	-0.168	-0.118	-0.067	0.035	0.086	0.137



Esfuerzos en barras, por combinación												
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra								
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.200 m	0.400 m	0.800 m	1.000 m	1.200 m	1.600 m	1.800 m	2.000 m
		G+S1(X)	Mz	-0.201	-0.190	-0.178	-0.154	-0.143	-0.131	-0.107	-0.096	-0.084
			N	-7.351	-7.295	-7.239	-7.126	-7.070	-7.014	-6.902	-6.845	-6.789
			Vy	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059
			Vz	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	-0.372	-0.321	-0.270	-0.168	-0.118	-0.067	0.035	0.086	0.137
		G-S1(Y)	Mz	-0.201	-0.190	-0.178	-0.154	-0.143	-0.131	-0.107	-0.096	-0.084
			N	-7.351	-7.295	-7.239	-7.126	-7.070	-7.014	-6.902	-6.845	-6.789
			Vy	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059
			Vz	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	-0.372	-0.321	-0.270	-0.168	-0.118	-0.067	0.035	0.086	0.137
		G+S1(Y)	Mz	-0.201	-0.190	-0.178	-0.154	-0.143	-0.131	-0.107	-0.096	-0.084
			N	-7.351	-7.295	-7.239	-7.126	-7.070	-7.014	-6.902	-6.845	-6.789
			Vy	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059
			Vz	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	-0.372	-0.321	-0.270	-0.168	-0.118	-0.067	0.035	0.086	0.137
			Mz	-0.201	-0.190	-0.178	-0.154	-0.143	-0.131	-0.107	-0.096	-0.084

Esfuerzos en barras, por combinación						
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra		
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.125 m	0.250 m
N161/N173	Acero laminado	0.8-G	N	0.479	0.479	0.479
			Vy	0.672	0.626	0.581
			Vz	-0.124	-0.537	-0.950
			Mt	-0.001	-0.001	-0.001
			My	0.000	0.041	0.134
			Mz	0.285	0.203	0.128
		1.35-G	N	0.808	0.808	0.808
			Vy	1.133	1.057	0.981
			Vz	-0.209	-0.906	-1.603
			Mt	-0.002	-0.002	-0.002
			My	0.000	0.069	0.225
			Mz	0.480	0.343	0.216
		G-S1(X)	N	0.599	0.599	0.599
			Vy	0.839	0.783	0.727
			Vz	-0.155	-0.671	-1.187
			Mt	-0.002	-0.002	-0.002
			My	0.000	0.051	0.167
			Mz	0.356	0.254	0.160
		G+S1(X)	N	0.599	0.599	0.599
			Vy	0.839	0.783	0.727
			Vz	-0.155	-0.671	-1.187
			Mt	-0.002	-0.002	-0.002
			My	0.000	0.051	0.167
			Mz	0.356	0.254	0.160
G-S1(Y)	N	0.599	0.599	0.599		
	Vy	0.839	0.783	0.727		
	Vz	-0.155	-0.671	-1.187		
	Mt	-0.002	-0.002	-0.002		
	My	0.000	0.051	0.167		
	Mz	0.356	0.254	0.160		



Esfuerzos en barras, por combinación						
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra		
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.125 m	0.250 m
			Mz	0.356	0.254	0.160
		G+S1(Y)	N	0.599	0.599	0.599
			Vy	0.839	0.783	0.727
			Vz	-0.155	-0.671	-1.187
			Mt	-0.002	-0.002	-0.002
			My	0.000	0.051	0.167
			Mz	0.356	0.254	0.160

Esfuerzos en barras, por combinación						
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra		
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.250 m	0.500 m
N222/N218	Acero laminado	0.8-G	N	0.041	0.041	0.041
			Vy	-1.956	-1.921	-1.885
			Vz	-0.302	-0.302	-0.302
			Mt	-0.108	-0.108	-0.108
			My	0.001	0.076	0.152
			Mz	-0.497	-0.012	0.464
		1.35-G	N	0.070	0.070	0.070
			Vy	-3.301	-3.241	-3.181
			Vz	-0.510	-0.510	-0.510
			Mt	-0.182	-0.182	-0.182
			My	0.001	0.129	0.256
			Mz	-0.838	-0.020	0.783
		G-S1(X)	N	0.052	0.052	0.052
			Vy	-2.445	-2.401	-2.356
			Vz	-0.378	-0.378	-0.378
			Mt	-0.135	-0.135	-0.135
			My	0.001	0.095	0.190
			Mz	-0.621	-0.015	0.580
		G+S1(X)	N	0.052	0.052	0.052
			Vy	-2.445	-2.401	-2.356
			Vz	-0.378	-0.378	-0.378
			Mt	-0.135	-0.135	-0.135
			My	0.001	0.095	0.190
			Mz	-0.621	-0.015	0.580
		G-S1(Y)	N	0.052	0.052	0.052
			Vy	-2.445	-2.401	-2.356
			Vz	-0.378	-0.378	-0.378
			Mt	-0.135	-0.135	-0.135
			My	0.001	0.095	0.190
			Mz	-0.621	-0.015	0.580
G+S1(Y)	N	0.052	0.052	0.052		
	Vy	-2.445	-2.401	-2.356		
	Vz	-0.378	-0.378	-0.378		
	Mt	-0.135	-0.135	-0.135		



Esfuerzos en barras, por combinación						
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra		
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.250 m	0.500 m
			My	0.001	0.095	0.190
			Mz	-0.621	-0.015	0.580

Esfuerzos en barras, por combinación													
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra									
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m	
N230/N229	Acero laminado	0.8-G	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
			Vy	-1.691	-1.603	-1.514	-1.426	-1.337	-1.248	-1.160	-1.071	-0.983	
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
			Mt	-2.823	-2.823	-2.823	-2.823	-2.823	-2.823	-2.823	-2.823	-2.823	-2.823
			My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
			Mz	-5.909	-4.880	-3.906	-2.988	-2.124	-1.316	-0.564	0.133	0.775	
		1.35-G	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
			Vy	-2.854	-2.704	-2.555	-2.406	-2.256	-2.107	-1.957	-1.808	-1.658	
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
			Mt	-4.763	-4.763	-4.763	-4.763	-4.763	-4.763	-4.763	-4.763	-4.763	
			My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
			Mz	-9.972	-8.235	-6.592	-5.041	-3.585	-2.221	-0.951	0.225	1.308	
		G-S1(X)	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
			Vy	-2.114	-2.003	-1.893	-1.782	-1.671	-1.560	-1.450	-1.339	-1.228	
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
			Mt	-3.528	-3.528	-3.528	-3.528	-3.528	-3.528	-3.528	-3.528	-3.528	
			My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
			Mz	-7.387	-6.100	-4.883	-3.734	-2.655	-1.645	-0.705	0.167	0.969	
		G+S1(X)	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
			Vy	-2.114	-2.003	-1.893	-1.782	-1.671	-1.560	-1.450	-1.339	-1.228	
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
			Mt	-3.528	-3.528	-3.528	-3.528	-3.528	-3.528	-3.528	-3.528	-3.528	
			My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
			Mz	-7.387	-6.100	-4.883	-3.734	-2.655	-1.645	-0.705	0.167	0.969	
		G-S1(Y)	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
			Vy	-2.114	-2.003	-1.893	-1.782	-1.671	-1.560	-1.450	-1.339	-1.228	
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
			Mt	-3.528	-3.528	-3.528	-3.528	-3.528	-3.528	-3.528	-3.528	-3.528	
			My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
			Mz	-7.387	-6.100	-4.883	-3.734	-2.655	-1.645	-0.705	0.167	0.969	
		G+S1(Y)	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
			Vy	-2.114	-2.003	-1.893	-1.782	-1.671	-1.560	-1.450	-1.339	-1.228	
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
			Mt	-3.528	-3.528	-3.528	-3.528	-3.528	-3.528	-3.528	-3.528	-3.528	
			My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
			Mz	-7.387	-6.100	-4.883	-3.734	-2.655	-1.645	-0.705	0.167	0.969	

3.1.1.3.- Envoltentes

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N153/N151	Acero laminado	N _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{min}	-0.048	-0.024	0.000	0.014	0.028
		Vz _{máx}	-0.028	-0.014	0.000	0.024	0.048
		Mt _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{min}	-0.008	0.000	0.002	0.000	-0.008
		My _{máx}	-0.005	0.000	0.004	0.000	-0.005



Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
		Mz _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.200 m	0.400 m	0.800 m	1.000 m	1.200 m	1.600 m	1.800 m	2.000 m
N184/N223	Acero laminado	N _{min}	-9.924	-9.848	-9.773	-9.621	-9.545	-9.469	-9.317	-9.241	-9.165
		N _{máx}	-5.881	-5.836	-5.791	-5.701	-5.656	-5.611	-5.521	-5.476	-5.431
		Vy _{min}	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079
		Vy _{máx}	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047
		Vz _{min}	-0.344	-0.344	-0.344	-0.344	-0.344	-0.344	-0.344	-0.344	-0.344
		Vz _{máx}	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204	-0.204
		Mt _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{min}	-0.502	-0.433	-0.365	-0.227	-0.159	-0.090	0.028	0.069	0.110
		My _{máx}	-0.298	-0.257	-0.216	-0.135	-0.094	-0.053	0.047	0.116	0.185
		Mz _{min}	-0.272	-0.256	-0.240	-0.209	-0.193	-0.177	-0.145	-0.129	-0.113
		Mz _{máx}	-0.161	-0.152	-0.142	-0.124	-0.114	-0.105	-0.086	-0.077	-0.067

Envoltentes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.125 m	0.250 m
N161/N173	Acero laminado	N _{min}	0.479	0.479	0.479
		N _{máx}	0.808	0.808	0.808
		Vy _{min}	0.672	0.626	0.581
		Vy _{máx}	1.133	1.057	0.981
		Vz _{min}	-0.209	-0.906	-1.603
		Vz _{máx}	-0.124	-0.537	-0.950
		Mt _{min}	-0.002	-0.002	-0.002
		Mt _{máx}	-0.001	-0.001	-0.001
		My _{min}	0.000	0.041	0.134
		My _{máx}	0.000	0.069	0.225
		Mz _{min}	0.285	0.203	0.128
		Mz _{máx}	0.480	0.343	0.216

Envoltentes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.250 m	0.500 m
N222/N218	Acero laminado	N _{min}	0.041	0.041	0.041
		N _{máx}	0.070	0.070	0.070
		Vy _{min}	-3.301	-3.241	-3.181
		Vy _{máx}	-1.956	-1.921	-1.885
		Vz _{min}	-0.510	-0.510	-0.510
		Vz _{máx}	-0.302	-0.302	-0.302
		Mt _{min}	-0.182	-0.182	-0.182
		Mt _{máx}	-0.108	-0.108	-0.108
		My _{min}	0.001	0.076	0.152
		My _{máx}	0.001	0.129	0.256
		Mz _{min}	-0.838	-0.020	0.464



Envoltentes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.250 m	0.500 m
		Mz _{máx}	-0.497	-0.012	0.783

Envoltentes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m	
N230/N229	Acero laminado	N _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{min}	-2.854	-2.704	-2.555	-2.406	-2.256	-2.107	-1.957	-1.808	-1.658	-1.508
		Vy _{máx}	-1.691	-1.603	-1.514	-1.426	-1.337	-1.248	-1.160	-1.071	-0.983	-0.894
		Vz _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{min}	-4.763	-4.763	-4.763	-4.763	-4.763	-4.763	-4.763	-4.763	-4.763	-4.763
		Mt _{máx}	-2.823	-2.823	-2.823	-2.823	-2.823	-2.823	-2.823	-2.823	-2.823	-2.823
		My _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz _{min}	-9.972	-8.235	-6.592	-5.041	-3.585	-2.221	-0.951	0.133	0.775	1.519
		Mz _{máx}	-5.909	-4.880	-3.906	-2.988	-2.124	-1.316	-0.564	0.225	1.308	2.052

3.1.2.- Resistencia

Referencias:

N: Esfuerzo axial (kN)

Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)

Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)

Mt: Momento torsor (kN·m)

My: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)

Mz: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η: Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $\eta \leq 100 \%$.

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N153/N151	1.02	1.000	0.000	0.000	0.048	0.000	-0.008	0.000	G	Cumple
N184/N223	3.72	0.000	-9.924	-0.079	-0.344	0.000	-0.502	-0.272	G	Cumple
N161/N173	15.98	0.250	0.808	0.981	-1.603	-0.002	0.225	0.216	G	Cumple
N222/N218	4.35	0.500	0.070	-3.181	-0.510	-0.182	0.256	0.783	G	Cumple
N230/N229	43.89	0.000	0.000	-2.854	0.000	-4.763	0.000	-9.972	G	Cumple



3.1.3.- Flechas

Referencias:

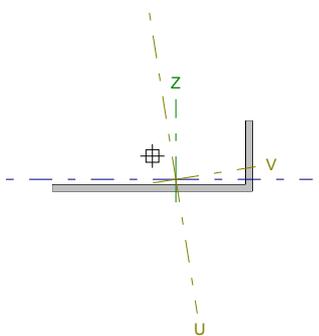
Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.

L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)						
	N122/N124	6.500 6.500	0.01 L/(>1000)	6.500 6.500	0.05 L/(>1000)	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.000 -
N184/N176	1.200 1.200	0.12 L/(>1000)	0.800 0.800	0.00 L/(>1000)	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.000 -	0.00 L/(>1000)
N161/N189	2.250 2.250	0.58 L/(>1000)	0.250 0.250	0.09 L/(>1000)	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.000 -	0.00 L/(>1000)
N222/N223	0.750 0.750	0.05 L/(>1000)	0.750 0.750	0.05 L/(>1000)	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.000 -	0.00 L/(>1000)
N230/N229	1.875 1.875	11.69 L/427.6	2.188 2.188	0.00 L/(>1000)	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.000 -	0.00 L/(>1000)

3.1.4.- Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Barra N153/N151

Perfil: edt_LL, Perfil simple Material: Acero (S275)										
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas						
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	y _g ⁽³⁾ (mm)	z _g ⁽³⁾ (mm)	
		N153	N151	1.000	9.25	14.58	191.96	0.77	16.42	-16.42
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme ⁽³⁾ Coordenadas del centro de gravedad										
				Pandeo			Pandeo lateral			
				Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.			
				β	1.00	1.00	0.00	0.00		
				L _k	1.000	1.000	0.000	0.000		
				C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos										

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

**Resistencia a flexión eje Y** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.010} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N153, para la combinación de acciones 1.35·G.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd}^+ = W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd}^+ : \underline{1.68} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{c,Rd}^- = W_{ef,y}^- \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd}^- : \underline{0.79} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase}^+ : \underline{1}$$

$W_{pl,y}^+$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$\text{Clase}^- : \underline{4}$$

$$W_{pl,y}^+ : \underline{6.41} \text{ cm}^3$$

$W_{ef,y}$: Módulo resistente elástico de la sección eficaz correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 4.

$$W_{ef,y}^- : \underline{3.01} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

**Resistencia a corte Z** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N153, para la combinación de acciones 1.35·G.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.05} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{37.80} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{2.50} \text{ cm}^2$$

$$A_v = h_{vert} \cdot t$$

Siendo:

h_{vert} : Longitud del ala vertical.

$$h_{vert} : \underline{50.00} \text{ mm}$$

t : Espesor de la chapa.

$$t : \underline{5.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{Mo}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.005 \leq 1.927$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N153, para la combinación de acciones 1.35·G.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.05} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{37.80} \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

**Resistencia a flexión y axil combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

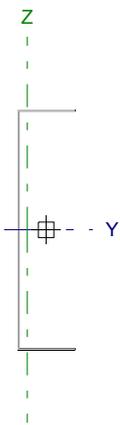
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículo Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.



Barra N184/N223

Perfil: edt_CL, Perfil simple Material: Acero (S275)										
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas						
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	y _g ⁽³⁾ (mm)	z _g ⁽³⁾ (mm)	
	N184	N223	2.000	36.50	12253.04	410.82	3.04	-38.60	0.00	
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme ⁽³⁾ Coordenadas del centro de gravedad										
				Pandeo			Pandeo lateral			
				Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.			
				β	0.00	0.50	0.00	0.00		
				L _k	0.000	1.000	0.000	0.000		
				C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos										

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.019}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N184, para la combinación de acciones 1.35·G.

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{9.92} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión **N_{c,Rd}** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A_{ef} \cdot f_{yd}$$

$$N_{c,Rd} : \underline{528.90} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{4}$$

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

$$A_{ef} : \underline{20.19} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)



Para esbelteces $\bar{\lambda} \leq 0.2$ se puede omitir la comprobación frente a pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} : \underline{0.05}$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{ef} \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

Donde:

A_{ef} : Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

$$A_{ef} : \underline{20.19} \text{ cm}^2$$

f_y : Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico.

$$N_{cr} : \underline{253958.62} \text{ kN}$$

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a) y b):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{\infty}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión.

$$N_{cr,FT} : \underline{253958.62} \text{ kN}$$

$$N_{cr,FT} = \frac{1}{2 \cdot \beta} \cdot \left[(N_{cr,y} + N_{cr,T}) - \sqrt{(N_{cr,y} + N_{cr,T})^2 - 4 \cdot \beta \cdot N_{cr,y} \cdot N_{cr,T}} \right]$$

Donde:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{253958.62} \text{ kN}$$

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{12253.04} \text{ cm}^4$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{410.82} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{3.04} \text{ cm}^4$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{185756.65} \text{ cm}^6$$

E : Módulo de elasticidad

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : \underline{1.000} \text{ m}$$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : \underline{0.000} \text{ m}$$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : \underline{0.000} \text{ m}$$

β : Constante adimensional obtenida mediante la siguiente expresión:

$$\beta : \underline{0.80}$$

$$\beta = 1 - \left(\frac{y_0^2 + z_0^2}{i_0^2} \right)$$

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : \underline{20.77} \text{ cm}$$

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : \underline{18.32} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{3.35} \text{ cm}$$



y_0 , z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_0 : \underline{-91.99} \text{ mm}$$

$$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.005} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N184, para la combinación de acciones 1.35-G.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.50} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{ef,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{108.04} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{4}$$

$W_{ef,y}$: Módulo resistente elástico de la sección eficaz correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 4.

$$W_{ef,y} : \underline{412.53} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{MO}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

**Resistencia a flexión eje Z** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.027} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N184, para la combinación de acciones 1.35·G.

 M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

 M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.27} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{ef,z} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{4.70} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{4}$$

 $W_{ef,z}$: Módulo resistente elástico de la sección eficaz correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 4.

$$W_{ef,z}^+ : \underline{17.96} \text{ cm}^3$$

$$W_{ef,z}^- : \underline{38.73} \text{ cm}^3$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{Mo}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

 γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.34} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{378.03} \text{ kN}$$

Donde:

 A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{25.00} \text{ cm}^2$$

$$A_v = h \cdot t_w$$



Siendo:

h: Canto de la sección.

$$h : \underline{500.00} \text{ mm}$$

t_w: Espesor del alma.

$$t_w : \underline{5.00} \text{ mm}$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Dado que no se han dispuesto rigidizadores transversales, es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que no se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$98.00 < 64.71$$

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{98.00}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

λ_{máx}: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

ε: Factor de reducción.

$$\varepsilon : \underline{0.92}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.0} \text{ MPa}$$

f_y: Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

El esfuerzo cortante resistente del alma a abolladura por cortante **V_{b,Rd}**, viene dado por:

$$V_{b,Rd} = \frac{d \cdot t_w \cdot \tau_b}{\gamma_{M1}}$$

$$V_{b,Rd} : \underline{271.74} \text{ kN}$$

Donde:

τ_b: Tensión tangencial crítica de abolladura.

$$\tau_b : \underline{116.5} \text{ MPa}$$

$$1.2 \leq \bar{\lambda}_w \rightarrow \tau_b = \frac{f_y}{\sqrt{3}} \cdot \left(\frac{0.9}{\bar{\lambda}_w} \right)$$

Siendo:

λ̄_w: Parámetro de esbeltez si sólo hay rigidizadores transversales en los apoyos.

$$\bar{\lambda}_w : \underline{1.23}$$

$$\bar{\lambda}_w = \frac{d/t_w}{86.4 \cdot \varepsilon}$$

ε: Factor de reducción.

$$\varepsilon : \underline{0.92}$$

h: Canto de la sección.

$$h : \underline{500.00} \text{ mm}$$

t_w: Espesor del alma.

$$t_w : \underline{5.00} \text{ mm}$$

f_y: Límite elástico del alma.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

**Resistencia a corte Y** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.08 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 181.45 kN

Donde:

 A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 12.00 cm²

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

 A : Área de la sección bruta.

A : 36.50 cm²

 d : Altura del alma.

d : 490.00 mm

 t_w : Espesor del alma.

t_w : 5.00 mm

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.9 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico.

f_y : 275.0 MPa

 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.035 \leq 19.267$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.34 kN

 $V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 378.03 kN

**Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.008 \leq 9.248$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.08} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{181.45} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{u,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{c,Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{0,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{c,Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{0,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.037} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A_{ef} \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{c,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{ef,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{c,Ed}}{W_{ef,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.037} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A_{ef} \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{c,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{ef,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{c,Ed}}{W_{ef,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.037} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N184, para la combinación de acciones 1.35·G.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{9.92} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed} : \underline{0.50} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.27} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{4}$$

$N_{u,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección eficaz.

$$N_{u,Rd} : \underline{661.39} \text{ kN}$$

$M_{0,Rd,y}$, $M_{0,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección eficaz en condiciones elásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{0,Rd,y} : \underline{121.22} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{0,Rd,z} : \underline{10.24} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

e_{Ny} , e_{Nz} : Desplazamiento del centro de gravedad de la sección eficaz respecto al de la sección bruta, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$e_{Ny} : \underline{0.42} \text{ cm}$$

$$e_{Nz} : \underline{0.84} \text{ cm}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

A_{ef} : Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

$$A_{ef} : \underline{25.25} \text{ cm}^2$$

$W_{ef,y}$, $W_{ef,z}$: Módulos resistentes de la sección eficaz correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{ef,y} : \underline{462.83} \text{ cm}^3$$

$$W_{ef,z} : \underline{39.09} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$



γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	$\gamma_{M1} :$	<u>1.05</u>
$k_y, k_z, k_{y,LT}$: Coeficientes de interacción.		
$k_y = 1 + 0.6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{u,Rd}}$	$k_y :$	<u>1.00</u>
$k_z = 1 + 0.6 \cdot \bar{\lambda}_z \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{u,Rd}}$	$k_z :$	<u>1.00</u>
$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.05 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{u,Rd}}$	$k_{y,LT} :$	<u>1.00</u>
$C_{m,y}, C_{m,z}, C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.	$C_{m,y} :$	<u>1.00</u>
	$C_{m,z} :$	<u>1.00</u>
	$C_{m,LT} :$	<u>1.00</u>
χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	$\chi_y :$	<u>1.00</u>
	$\chi_z :$	<u>1.00</u>
χ_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.	$\chi_{LT} :$	<u>1.00</u>
$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	$\bar{\lambda}_y :$	<u>0.06</u>
	$\bar{\lambda}_z :$	<u>0.00</u>
α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.	$\alpha_y :$	<u>0.80</u>
	$\alpha_z :$	<u>1.00</u>

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

**Limitación de esbeltez** (CTE DB SE-A, Artículo Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{ef} \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda} : \underline{0.05}$$



Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{4}$$

A_{ef} : Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

$$A_{ef} : \underline{20.19} \text{ cm}^2$$

f_y : Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{253958.62} \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{253958.62} \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{\infty}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

$N_{cr,FT}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión.

$$N_{cr,FT} : \underline{253958.62} \text{ kN}$$

**Barra N161/N173**

Perfil: edt_LL, Perfil simple Material: Acero (S275)									
Nudos	Longitud (m)	Características mecánicas							
		Inicial	Final	Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	y _g ⁽³⁾ (mm)	z _g ⁽³⁾ (mm)
N161	N173	0.250	9.25	14.58	191.96	0.77	16.42	-16.42	
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme ⁽³⁾ Coordenadas del centro de gravedad									
	Pandeo			Pandeo lateral					
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.				
	β	1.00	1.00	0.00	0.00				
	L _k	0.250	0.250	0.000	0.000				
	C _m	1.000	1.000	1.000	1.000				
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos									

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.003}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G.

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{0.81} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción **N_{t,Rd}** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$$N_{t,Rd} : \underline{242.26} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{9.25} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

**Resistencia a flexión eje Y** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.134} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N173, para la combinación de acciones 1.35·G.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.23} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd}^+ = W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd}^+ : \underline{1.68} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{c,Rd}^- = W_{ef,y}^- \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd}^- : \underline{0.79} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase}^+ : \underline{1}$$

$$\text{Clase}^- : \underline{4}$$

$W_{pl,y}^+$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y}^+ : \underline{6.41} \text{ cm}^3$$

$W_{ef,y}^-$: Módulo resistente elástico de la sección eficaz correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 4.

$$W_{ef,y}^- : \underline{3.01} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

**Resistencia a flexión eje Z** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.049} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N161, para la combinación de acciones 1.35·G.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.48} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd}^+ = W_{pl,z}^+ \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd}^+ : \underline{9.73} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{c,Rd}^- = W_{ef,z}^- \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd}^- : \underline{1.98} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase}^+ : \underline{2}$$

$W_{pl,z}^+$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$\text{Clase}^- : \underline{4}$$

$$W_{pl,z}^+ : \underline{37.16} \text{ cm}^3$$

$W_{ef,z}^-$: Módulo resistente elástico de la sección eficaz correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 4.

$$W_{ef,z}^- : \underline{7.56} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

**Resistencia a corte Z** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.042}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N173, para la combinación de acciones 1.35·G.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{Ed} : \underline{1.60} \text{ kN}$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd} : \underline{37.80} \text{ kN}$

Donde:

 A_v : Área transversal a cortante.

$A_v : \underline{2.50} \text{ cm}^2$

$$A_v = h_{vert} \cdot t$$

Siendo:

 h_{vert} : Longitud del ala vertical.

$h_{vert} : \underline{50.00} \text{ mm}$

 t : Espesor de la chapa.

$t : \underline{5.00} \text{ mm}$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{Mo}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico.

$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$

 γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$

**Resistencia a corte Y** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.011} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N161, para la combinación de acciones 1.35·G.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{1.13} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{105.85} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{7.00} \text{ cm}^2$$

$$A_v = h_{\text{horz}} \cdot t$$

Siendo:

h_{horz} : Longitud del ala horizontal.

$$h_{\text{horz}} : \underline{140.00} \text{ mm}$$

t : Espesor de la chapa.

$$t : \underline{5.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.092 \leq 1.927$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.125 m del nudo N161, para la combinación de acciones 1.35·G.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.91} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{37.80} \text{ kN}$$

**Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.116 \leq 5.395$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{1.13} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{105.85} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.160} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{M_{ef,Ed}}{M_{b,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.154} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N173, para la combinación de acciones 1.35·G.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{0.81} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{0.23} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^+ : \underline{0.22} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{2}$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción.

$$N_{pl,Rd} : \underline{242.26} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{1.68} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{9.73} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

$M_{ef,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{ef,Ed} : \underline{0.22} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{ef,Ed} = W_{y,com} \cdot \sigma_{com,Ed}$$

Siendo:

$\sigma_{com,Ed}$: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.

$$\sigma_{com,Ed} : \underline{34.5} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{com,Ed} = \frac{M_{y,Ed}}{W_{y,com}} - 0.8 \cdot \frac{N_{t,Ed}}{A}$$

$W_{y,com}$: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

$$W_{y,com} : \underline{6.41} \text{ cm}^3$$

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{9.25} \text{ cm}^2$$

$M_{b,Rd,y}$: Momento flector resistente de cálculo.

$$M_{b,Rd,y} : \underline{1.68} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

**Resistencia a flexión, axil y cortante combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G.

$$V_{Ed,y} \leq \frac{V_{c,Rd,y}}{2}$$

$$0.116 \leq 5.380$$

Donde:

$V_{Ed,y}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,y} : \underline{1.13} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,y}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,y} : \underline{105.56} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.009}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$$M_{T,Rd} : \underline{0.23} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{1.54} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{Mo}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

**Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.031}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N173, para la combinación de acciones G+S1(Y).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{1.19} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{37.70} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{37.80} \text{ kN}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{1.0} \text{ MPa}$$

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_t : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_t : \underline{1.54} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

**Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.008} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N161, para la combinación de acciones G+S1(Y).

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.84} \text{ kN}$$

 $M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{105.56} \text{ kN}$$

Donde:

 $V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{105.85} \text{ kN}$$

 $\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{1.0} \text{ MPa}$$

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

 W_t : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_t : \underline{1.54} \text{ cm}^3$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{MO}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

 γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículo Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras traccionadas no debe superar el valor 3.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda} : \underline{0.28} \quad \checkmark$$

Donde:

 A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{9.25} \text{ cm}^2$$

 f_y : Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

 N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{3331.52} \text{ kN}$$

 $N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{3331.52} \text{ kN}$$

 $N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{3331.52} \text{ kN}$$

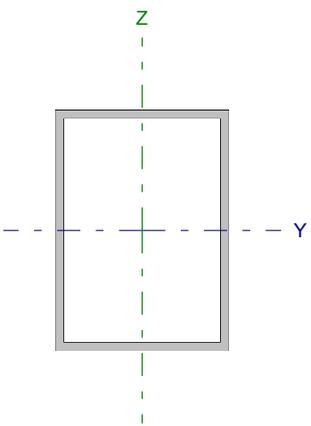
 $N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \infty$$

 $N_{cr,FT}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión.

$$N_{cr,FT} : \underline{3331.52} \text{ kN}$$

**Barra N222/N218**

Perfil: edt_CL, Doble en cajón soldado (Cordón continuo)							
Material: Acero (S275)							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
		N222	N218	0.500	23.00	638.92	376.92
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme							
	Pandeo			Pandeo lateral			
			Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
	β		1.00	1.00	0.00	0.00	
	L _k		0.500	0.500	0.000	0.000	
	C _m		1.000	1.000	1.000	1.000	
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos							

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta < \underline{0.001}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G.

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

N_{t,Ed} : 0.07 kN

La resistencia de cálculo a tracción **N_{t,Rd}** viene dada por:

N_{t,Rd} = A · f_{yd}

N_{t,Rd} : 602.38 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 23.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.9 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico.

f_y : 275.0 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

**Resistencia a flexión eje Y** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.009} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N218, para la combinación de acciones 1.35·G.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.26} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{28.74} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{109.75} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

**Resistencia a flexión eje Z** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.037} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N222, para la combinación de acciones 1.35·G.

 M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$M_{Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$

 M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$M_{Ed}^- : \underline{0.84} \text{ kN}\cdot\text{m}$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd} : \underline{22.72} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$Clase : \underline{1}$

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,z} : \underline{86.75} \text{ cm}^3$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico.

$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$

 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$

**Resistencia a corte Z** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.51} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{196.57} \text{ kN}$$

Donde:

 A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{13.00} \text{ cm}^2$$

$$A_v = 2 \cdot d \cdot t_w$$

Siendo:

 d : Altura del alma.

$$d : \underline{130.00} \text{ mm}$$

 t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{5.00} \text{ mm}$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{Mo}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

 γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$26.00 < 64.71$$

Donde:

 λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{26.00}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

 $\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

 ε : Factor de reducción.

$$\varepsilon : \underline{0.92}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

 f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.0} \text{ MPa}$$

 f_y : Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

**Resistencia a corte Y** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.022} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N222, para la combinación de acciones 1.35·G.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{3.30} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{151.21} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{10.00} \text{ cm}^2$$

$$A_v = A - 2 \cdot d \cdot t_w$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{23.00} \text{ cm}^2$$

d : Altura del alma.

$$d : \underline{130.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{5.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{b}{t_f} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$20.00 < 64.71$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{20.00}$$

$$\lambda_w = \frac{b}{t_f}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

ε : Factor de reducción.

$$\varepsilon : \underline{0.92}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.0} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

**Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.052 \leq 10.019$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.51} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{196.57} \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.336 \leq 7.707$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{3.30} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{151.21} \text{ kN}$$

**Resistencia a flexión y axil combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.043} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{M_{ef,Ed}}{M_{b,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.043} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N218, para la combinación de acciones 1.35·G.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{0.07} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{0.26} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^+ : \underline{0.78} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción.

$$N_{pl,Rd} : \underline{602.38} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{28.74} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{22.72} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

$M_{ef,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{ef,Ed} : \underline{0.25} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{ef,Ed} = W_{y,com} \cdot \sigma_{com,Ed}$$

Siendo:

$\sigma_{com,Ed}$: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.

$$\sigma_{com,Ed} : \underline{2.3} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{com,Ed} = \frac{M_{y,Ed}}{W_{y,com}} - 0.8 \cdot \frac{N_{t,Ed}}{A}$$

$W_{y,com}$: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

$$W_{y,com} : \underline{109.75} \text{ cm}^3$$

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{23.00} \text{ cm}^2$$

$M_{b,Rd,y}$: Momento flector resistente de cálculo.

$$M_{b,Rd,y} : \underline{28.74} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

**Resistencia a torsión** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.009} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35-G.

 $M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed} : \underline{0.18} \text{ kN}\cdot\text{m}$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$M_{T,Rd} : \underline{19.38} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Donde:

 W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$W_T : \underline{128.20} \text{ cm}^3$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{MO}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico.

$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$

 γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$

**Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.002}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones G+S1(Y).

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.38} \text{ kN}$$

 $M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.14} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \left[1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{f_{yd}/\sqrt{3}} \right] \cdot V_{pl,Rd}$$

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{195.21} \text{ kN}$$

Donde:

 $V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{196.57} \text{ kN}$$

 $\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{1.1} \text{ MPa}$$

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

 W_t : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_t : \underline{128.25} \text{ cm}^3$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{MO}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

 γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

**Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.016} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N222, para la combinación de acciones G+S1(Y).

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{2.44} \text{ kN}$$

 $M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.14} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \left[1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{f_{yd}/\sqrt{3}} \right] \cdot V_{pl,Rd}$$

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{150.16} \text{ kN}$$

Donde:

 $V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{151.21} \text{ kN}$$

 $\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{1.1} \text{ MPa}$$

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

 W_t : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_t : \underline{128.25} \text{ cm}^3$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{MO}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

 γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículo Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras traccionadas no debe superar el valor 3.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda} : \underline{0.14} \quad \checkmark$$

Donde:

 A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{23.00} \text{ cm}^2$$

 f_y : Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

 N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{31248.15} \text{ kN}$$

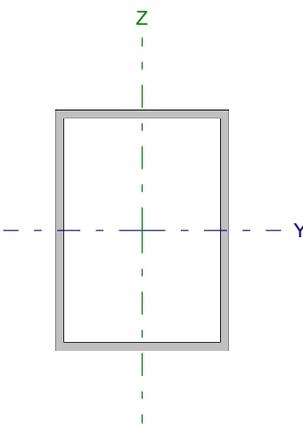
 $N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{52969.18} \text{ kN}$$

 $N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{31248.15} \text{ kN}$$

**Barra N230/N229**

Perfil: edt_CL, Doble en cajón soldado (Cordón continuo) Material: Acero (S275)							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
	N230	N229	5.000	23.00	638.92	376.92	716.57
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme							
	Pandeo		Pandeo lateral				
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.			
β	0.00	0.50	0.00	0.00			
L _K	0.000	2.500	0.000	0.000			
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000			
Notación: β : Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos							

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

**Resistencia a flexión eje Z** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.439} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N230, para la combinación de acciones 1.35·G.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{9.97} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{22.72} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{86.75} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{Mo}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

**Resistencia a corte Y** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.019} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N230, para la combinación de acciones 1.35·G.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{2.85} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{151.21} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{10.00} \text{ cm}^2$$

$$A_v = A - 2 \cdot d \cdot t_w$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{23.00} \text{ cm}^2$$

d : Altura del alma.

$$d : \underline{130.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{5.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{b}{t_f} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$20.00 < 64.71$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{20.00}$$

$$\lambda_w = \frac{b}{t_f}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

ε : Factor de reducción.

$$\varepsilon : \underline{0.92}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.0} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

**Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.291 \leq 7.707$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{2.85} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{151.21} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.246} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{4.76} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$$M_{T,Rd} : \underline{19.38} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{128.20} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

**Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.017}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N230, para la combinación de acciones G+S1(Y).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{2.11} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{3.53} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \left[1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{f_{yd}/\sqrt{3}} \right] \cdot V_{pl,Rd}$$

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{123.70} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{151.21} \text{ kN}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{27.5} \text{ MPa}$$

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_t : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_t : \underline{128.25} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículo Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.



3.1.5.- Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado	
	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM,M _z	NM,M _y V _z	M _t	M _y V _z	M _z V _y		$\bar{\lambda}$
N153/N151	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 1.0$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.1$	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE $\eta = 1.0$
N184/N223	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 1.9$	x: 0 m $\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 2.7$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 3.7$	N.P. ⁽⁷⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$\bar{\lambda} < 2.0$	CUMPLE $\eta = 3.7$
N161/N173	$\eta = 0.3$	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.25 m $\eta = 13.4$	x: 0 m $\eta = 4.9$	x: 0.25 m $\eta = 4.2$	x: 0 m $\eta = 1.1$	x: 0.125 m $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.25 m $\eta = 16.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.9$	x: 0.25 m $\eta = 3.1$	x: 0 m $\eta = 0.8$	$\bar{\lambda} \leq 3.0$	CUMPLE $\eta = 16.0$
N222/N218	$\eta < 0.1$	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.5 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 3.7$	$\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 2.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.5 m $\eta = 4.3$	N.P. ⁽⁷⁾	$\eta = 0.9$	$\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 1.6$	$\bar{\lambda} \leq 3.0$	CUMPLE $\eta = 4.3$
N230/N229	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 43.9$	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m $\eta = 1.9$	N.P. ⁽⁵⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	$\eta = 24.6$	N.P. ⁽⁹⁾	x: 0 m $\eta = 1.7$	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE $\eta = 43.9$

Notación:
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_y: Resistencia a flexión eje Y
M_z: Resistencia a flexión eje Z
V_z: Resistencia a corte Z
V_y: Resistencia a corte Y
M_yV_z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_zV_y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM,M_z: Resistencia a flexión y axil combinados
NM,M_yV_z: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_yV_z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_zV_y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
 $\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez
x: Distancia al origen de la barra
 η : Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.
⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
⁽⁵⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
⁽⁶⁾ No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
⁽⁷⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
⁽⁸⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
⁽⁹⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
⁽¹⁰⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.